

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-203331  
 (43)Date of publication of application : 19.07.2002

(51)Int.Cl. G11B 7/135  
 G02B 3/08  
 G02B 13/00

(21)Application number : 2000-365554 (71)Applicant : KONICA CORP  
 (22)Date of filing : 30.11.2000 (72)Inventor : SAITO SHINICHIRO  
 SAKAMOTO KATSUYA

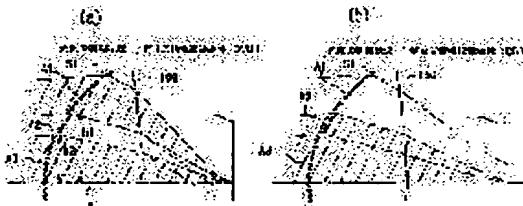
(30)Priority  
 Priority number : 2000326822 Priority date : 26.10.2000 Priority country : JP

## (54) OPTICAL PICKUP DEVICE AND OBJECTIVE LENS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a practical objective lens and an optical pickup device that make divergent light from a light source enter the objective lens, for a plurality of optical information recording mediums having different thickness in the transparent substrate, enabling individual information to be recorded or reproduced and satisfying full performance against change in the temperature of the environment where the device is used.

**SOLUTION:** When using an objective lens 160 constituted of a finite conjugate optical system, using a CD, the light flux passing through the outermost peripheral area A1 becomes merely a flare component, while the light flux contributing to a CD spot is limited to the one passing through an intermediate optical surface area A2 and a near-optical-axis optical surface area A3. None of these are entirely in an aplanatic state; however, a practicable spherical aberration (about  $0.04 \lambda$  rms) is feasible. In addition, in the case of using a DVD, a light flux passing through the outermost peripheral area A1 and the near-optical-axis optical surface area A3 is used for spot formation.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-203331

(P2002-203331A)

(43)公開日 平成14年7月19日 (2002.7.19)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 1 1 B 7/135  
G 0 2 B 3/08  
13/00

識別記号

F I  
G 1 1 B 7/135  
G 0 2 B 3/08  
13/00

テーマコード(参考)  
A 2 H 0 8 7  
5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数245 O.L. (全 61 頁)

(21)出願番号 特願2000-365554(P2000-365554)  
(22)出願日 平成12年11月30日 (2000.11.30)  
(31)優先権主張番号 特願2000-326822(P2000-326822)  
(32)優先日 平成12年10月26日 (2000.10.26)  
(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000001270  
コニカ株式会社  
東京都新宿区西新宿1丁目26番2号  
(72)発明者 斎藤 真一郎  
東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株  
式会社内  
(72)発明者 坂本 勝也  
東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株  
式会社内

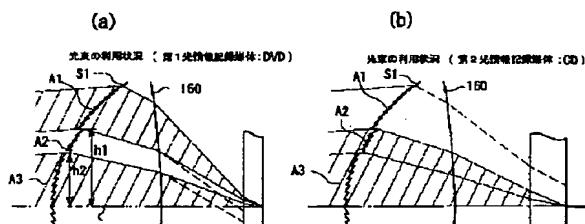
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ピックアップ装置及び対物レンズ

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 透明基板厚さの異なる複数の光情報記録媒体に対して、光源からの発散光を対物レンズに入射させて、それぞれの情報の記録又は再生を可能としつつ、使用環境の温度変化に対しての十分な性能を満足する実用的な対物レンズ及び光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 有限共役光学系で構成される対物レンズ160を用いたときに、CD使用時においては、最外周領域A1を通過した光束はフレア成分となるだけであり、CDスポットに寄与するのは、中間光学面領域A2と光軸近傍光学面領域A3を通過した光束のみである。これらはまったくの無収差状態ではないが、実使用上可能な球面収差量(0.04λ rms程度)は実現可能である。また、DVD使用時においては、スポット形成には最外周領域A1と光軸近傍光学面領域A3とを通過した光束を利用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための対物レンズを含む集光光学系とを有し、透明基板の厚さが $t_1$ である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さが $t_2$ である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置において、

前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際および前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、前記光源からの発散光束が前記対物レンズに入射され、

前記光源の波長を $\lambda$ 、物像間距離変化 $\delta U$  ( $|\delta U| \leq 0.5 \text{ mm}$ ) に対する球面収差の変化を $\delta SA_1/\delta U$ 、温度変化 $\delta T$  ( $|\delta T| \leq 30^\circ\text{C}$ ) に対する球面収差の変化を $\delta SA_2/\delta T$ としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$|\delta SA_1/\delta U| + |\delta U| + |\delta SA_2/\delta T| + |\delta T| \leq 0.07 \lambda \text{ rms}$$

【請求項2】 前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta SA_1/\delta T$ としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ装置。

$$|\delta SA_1/\delta T| \leq 0.002 \lambda \text{ rms}/^\circ\text{C}$$

【請求項3】 前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta SA_1/\delta T$ が、下記条件式を満たすことを特徴とする請求項2に記載の光ピックアップ装置。

$$|\delta SA_1/\delta T| \leq 0.0005 \lambda \text{ rms}/^\circ\text{C}$$

【請求項4】 前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帯であり、前記光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を $n$ 次光とし、前記対物レンズの焦点距離を $f$ としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out}/(|n| \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項2又は3に記載の光ピックアップ装置。

【請求項5】 前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が $1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out}/(|n| \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-3}$

を満たすことを特徴とする請求項4に記載の光ピックアップ装置。

【請求項6】 前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out}/(|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする請求項4に記載の光ピックアップ装置。

【請求項7】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項2乃至6のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項8】 前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする請求項7に記載の光ピックアップ装置。

【請求項9】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を

通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を $n$ 次光とし、前記対物レンズの焦点距離を $f$ としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ $P_{in}$ が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in}/(|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項7又は8に記載の光ピックアップ装置。

【請求項10】 前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に

球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項7乃至9のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項11】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の球面収差を不連続としフレア成分とともに、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項7乃至10のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項12】 前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項7乃至11のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項13】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用

い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記

中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項7乃至12のいずれかに記載の光ピックアップ

プ装置。

【請求項14】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数をNA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離NAH (m) からNAL (mm) の範囲に形成されるものとする。

$$(NA_2 - 0.03) \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$$

$$(NA_2 - 0.20) \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項7乃至13のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項15】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にアンダーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項7乃至14のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項16】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項7乃至15のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項17】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする請求項7乃至16のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項18】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項2乃至6のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項19】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、その回折輪帯の平均ピッチPinが

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項18に記載の光ピックアップ装置。

【請求項20】 前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項18又は19に記載の光ピックアップ装置。

【請求項21】 前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さt (t<sub>1</sub> < t < t<sub>2</sub>) に対して球面収差を補正する

機能を有することを特徴とする請求項18乃至20のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項22】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にアンダーな球面収差を持たせ、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項18乃至21のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

10 【請求項23】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数をNA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離NAH (mm) の範囲内に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項21又は22に記載の光ピックアップ装置。

20 【請求項24】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率m<sub>1</sub>が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項1乃至23のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項25】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率m<sub>2</sub>が、m<sub>2</sub> = m<sub>1</sub>であることを特徴とする請求項1乃至24のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項26】 互いに波長が異なる第1光源及び第2光源と、前記第1及び第2光源から出射された光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための対物レンズを含む集光光学系とを有し、前記第1光源と前記集光光学系とを用いて、透明基板の厚さがt<sub>1</sub>である第1の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能であると共に、前記第2光源と前記集光光学系とを用いて、透明基板の厚さがt<sub>2</sub> (t<sub>1</sub> < t<sub>2</sub>) である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置において、

40 前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記第1光源からの発散光束が前記対物レンズに入射され、前記第1光源の波長をλ<sub>1</sub>、物像間距離変化δU (|δU| ≤ 0.5 mm) に対する球面収差の変化をδSA<sub>3</sub> / δU、温度変化δT (|δT| ≤ 30°C) に対する球面収差の変化をδSA<sub>4</sub> / δTとしたとき、下記条件式を満たすとともに、

$$|\delta SA_3 / \delta U| + |\delta U| + |\delta SA_4 / \delta T| + |\delta T| \leq 0.07 \lambda_1 \text{ rms}$$

50

前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記第2光源からの発散光束が前記対物レンズに入射され、前記第2光源の波長を $\lambda_2$ 、物像間距離変化 $\delta U$  ( $|\delta U| \leq 0.5 \text{ mm}$ ) に対する球面収差の変化を $\delta SA_5/\delta U$ 、温度変化 $\delta T$  ( $|\delta T| \leq 30^\circ\text{C}$ ) に対する球面収差の変化を $\delta SA_6/\delta T$ としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$|\delta SA_5/\delta U| + |\delta U| + |\delta SA_6/\delta T| + |\delta T| \leq 0.07 \lambda_2 \text{ rms}$$

【請求項27】 前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta SA_1/\delta T$ とし、第1光源の光源波長を $\lambda_1$ としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする請求項26に記載の光ピックアップ装置。

$$|\delta SA_1/\delta T| \leq 0.002 \lambda_1 \text{ rms}/^\circ\text{C}$$

【請求項28】 前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta SA_1/\delta T$ が、下記条件式を満たすことを特徴とする請求項27に記載の光ピックアップ装置。

$$|\delta SA_1/\delta T| \leq 0.0005 \lambda_1 \text{ rms}/^\circ\text{C}$$

【請求項29】 前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帯であり、前記第1光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out}/(n \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項27又は28に記載の光ピックアップ装置。

【請求項30】 前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が  
 $1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out}/(n \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-3}$

を満たすことを特徴とする請求項29に記載の光ピックアップ装置。

【請求項31】 前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が  
 $3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out}/(n \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-3}$

を満たすことを特徴とする請求項29に記載の光ピックアップ装置。

【請求項32】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたと

き、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項27乃至31のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項33】 前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする請求項32に記載の光ピックアップ装置。

【請求項34】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯

10 を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から出射された光束のうち、前記第2光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、その回折輪帯の平均ピッチ $P_{in}$ が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in}/(n \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項32又は33に記載の光ピックアップ装置。

20 【請求項35】 前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項32乃至34のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項36】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の球面収差を不連続としフレア成分とともに、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項32乃至35のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

30 【請求項37】 前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項32乃至36のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項38】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用いて、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項32乃至37のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

40 【請求項39】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を $f_2$ とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離 $NAH$  (mm) から $NAL$  (mm) の範囲に形成されるものとする

7  
 (NA<sub>2</sub>-0.03) f<sub>2</sub> ≤ NAH ≤ (NA<sub>2</sub>+0.03) f<sub>2</sub>  
 (NA<sub>2</sub>-0.20) f<sub>2</sub> ≤ NAL ≤ (NA<sub>2</sub>-0.04) f<sub>2</sub>  
 が満たされることを特徴とする請求項32乃至38のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項40】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項32乃至39のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項41】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項32乃至40のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項42】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする請求項32乃至41のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項43】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項27乃至31のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項44】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から出射された光束のうち、前記第2光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、その回折輪帯の平均ピッチPinが

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項43に記載の光ピックアップ装置。

【請求項45】 前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項43又は44に記載の光ピックアップ装置。

【請求項46】 前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さt<sub>1</sub>に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項43乃至45のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項47】 前記光軸側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、そこを通過する光束に対して球面収差を補正する機

能を有し、前記外側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束をフレア成分とする機能を有することを特徴とする請求項43乃至46のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項48】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数をNA<sub>2</sub>及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離

10 NAH (mm) の範囲内に形成されるものとすると、  
 (NA<sub>2</sub>-0.03) f<sub>2</sub> ≤ NAH ≤ (NA<sub>2</sub>+0.03) f<sub>2</sub>  
 が満たされることを特徴とする請求項46又は47に記載の光ピックアップ装置。

【請求項49】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率m<sub>1</sub>が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項26乃至48のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項50】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率m<sub>2</sub>が、m<sub>2</sub> = m<sub>1</sub>であることを特徴とする請求項26乃至49のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項51】 光源と、前記光源から出射された発散光束が対物レンズに入射され、光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための前記対物レンズを含む集光光学系とを有し、透明基板の厚さがt<sub>1</sub>である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さがt<sub>2</sub> (t<sub>1</sub> < t<sub>2</sub>) である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置の対物レンズであって、

前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化δTに対する球面収差の変化をδSA1/δT、前記光源の波長をλとしたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$|\delta SA1 / \delta T| \leq 0.002 \lambda_{rms} / ^\circ C$$

【請求項52】 前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化δTに対する球面収差の変化をδSA1/δTが、下記条件式を満たすことを特徴とする請求項51に記載の対物レンズ。

$$|\delta SA1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms} / ^\circ C$$

【請求項53】 前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帶であり、前記光源から出射された光

束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項51又は52に記載の対物レンズ。

【請求項54】 前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする請求項53に記載の対物レンズ。

【請求項55】 前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする請求項53に記載の対物レンズ。

【請求項56】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項51乃至55のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項57】 前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする請求項56に記載の対物レンズ。

【請求項58】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $P_{in}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項56又は57に記載の対物レンズ。

【請求項59】 前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項56乃至58のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項60】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の球面収差を不連続としフレア成分と共に、前記第2の光情報記録媒体に対して情報

の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項56乃至59のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項61】 前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項56乃至60のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項62】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学

10 面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項56乃至61のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項63】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離  $NAH$  (m 20 m) から  $NAL$  (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 + 0.04) f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項56乃至62のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項64】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域 30 を通過する光束にアンダーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項56乃至63のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項65】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項56乃至64のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項66】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする請求項56乃至65のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項67】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項51乃至55のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項68】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光 50

量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、その回折輪帯の平均ピッチPinが  
 $3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$

を満たすことを特徴とする請求項67に記載の対物レンズ。

【請求項69】 前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項67又は68に記載の対物レンズ。

【請求項70】 前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さt( $t_1 < t < t_2$ )に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項67乃至69のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項71】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にアンダーな球面収差を持たせ、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項67乃至70のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項72】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数をNA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離NAH(mm)の範囲内に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項70又は71に記載の対物レンズ。

【請求項73】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率m1が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項51乃至72のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項74】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率m2が、m2=m1であることを特徴とする請求項51乃至73のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項75】 互いに波長が異なる第1光源及び第2光源と、前記第1及び第2光源から出射された発散光束が対物レンズに入射され、光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための前記対物レンズを含む集光光学系とを用いて、透明基板の厚さがt<sub>1</sub>である第1の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能であるとともに、透明基板の厚さがt<sub>2</sub>( $t_1 < t_2$ )である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置の対物レンズであって、

前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta SA_1 / \delta T$ 、前記第1光源の波長を $\lambda_1$ としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.002 \lambda_1 \text{ rms} / ^\circ\text{C}$$

10 【請求項76】 前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta SA_1 / \delta T$ が、下記条件式を満たすことを特徴とする請求項75に記載の対物レンズ。

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda_1 \text{ rms} / ^\circ\text{C}$$

【請求項77】 前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帯であり、前記第1光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、前記回折輪帯の平均ピッチP<sub>out</sub>が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項75又は76に記載の対物レンズ。

【請求項78】 前記回折輪帯の平均ピッチP<sub>out</sub>が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-3}$$

30 を満たすことを特徴とする請求項77に記載の対物レンズ。

【請求項79】 前記回折輪帯の平均ピッチP<sub>out</sub>が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする請求項77に記載の対物レンズ。

【請求項80】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項75乃至79のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項81】 前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする請求項80に記載の対物レンズ。

【請求項82】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から

出射された光束のうち、前記第2光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、その回折輪帯の平均ピッチPinが

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項80又は81に記載の対物レンズ。

【請求項83】 前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項80乃至82のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項84】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の球面収差を不連続としフレア成分とともに、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項80乃至83のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項85】 前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さt( $t_1 < t < t_2$ )に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項80乃至84のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項86】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項80乃至85のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項87】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数をNA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離NAH(mm)からNAL(mm)の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項80乃至86のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項88】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項80乃至87のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項89】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項80乃至88のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項90】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする請求項80乃至89のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項91】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項75乃至79のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項92】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から出射された光束のうち、前記第2光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、その回折輪帯の平均ピッチPinが

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項91に記載の対物レンズ。

【請求項93】 前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項91又は92に記載の対物レンズ。

【請求項94】 前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さt<sub>1</sub>に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項91乃至93のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項95】 前記光軸側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、そこを通過する光束に対して球面収差を補正する機能を有し、前記外側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束をフレア成分とする機能を有することを特徴とする請求項91乃至94のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項96】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数をNA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離NAH(mm)の範囲内に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項94又は95に記載の対物レンズ。

【請求項 9 7】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率m 1が、  
 $-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$

を満たすことを特徴とする請求項 7 5 乃至 9 6 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 9 8】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率m 2が、 $m_2 = m_1$ であることを特徴とする請求項 7 5 乃至 9 7 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 9 9】 光源と、前記光源から出射された発散光束が対物レンズに入射され、光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための前記対物レンズを含む集光光学系とを有し、透明基板の厚さが $t_1$ である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さが $t_2$  ( $t_1/t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置の対物レンズであって、

前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内に、前記対物レンズの光軸から周辺に向かって少なくとも2種類の領域を備え、前記有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、

前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta SA 1 / \delta T$ 、前記光源の波長を $\lambda$ としたとき、下記条件式を満たすと共に、

$$|\delta SA 1 / \delta T| \leq 0.002 \lambda \text{ rms}/^\circ\text{C}$$

前記周辺側の領域よりも内側の領域は、前記第2の光情報記録媒体に対する情報の記録又は再生用に球面収差を補正するよう設計されていることを特徴とする対物レンズ。

【請求項 1 0 0】 前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta SA 1 / \delta T$ が、下記条件式を満たすことを特徴とする請求項 9 9 に記載の対物レンズ。

$$|\delta SA 1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda \text{ rms}/^\circ\text{C}$$

【請求項 1 0 1】 前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帯であり、前記光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離を $f$ としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項 9 9 又は 1 0 0 に記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 2】 前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が

$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-3}$

を満たすことを特徴とする請求項 1 0 1 に記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 3】 前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が $3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-3}$

を満たすことを特徴とする請求項 1 0 1 に記載の対物レンズ。

10 【請求項 1 0 4】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項 9 9 乃至 1 0 3 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 5】 前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする請求項 1 0 4 に記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 6】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離を $f$ としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ $P_{in}$ が $3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$

30 を満たすことを特徴とする請求項 1 0 4 又は 1 0 5 に記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 7】 前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項 1 0 4 乃至 1 0 6 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 8】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の球面収差を不連続としフレア成分とすると共に、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項 1 0 4 乃至 1 0 7 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 0 9】 前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項 1 0 4 乃至 1 0 8 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 1 0】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用

い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項104乃至109のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項111】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数をNA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離NAH (mm) からNAL (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03)$$

$$f_2$$

$$(NA_2 - 0.20) \leq NAL \leq (NA_2 + 0.04)$$

$$f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項104乃至110のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項112】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にアンダーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項104乃至111のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項113】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項104乃至112のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項114】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする請求項104乃至113のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項115】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項99乃至103のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項116】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、その回折輪帯の平均ピッチPinが

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項115に記載の対物レンズ。

【請求項117】 前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際

に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項115又は116に記載の対物レンズ。

【請求項118】 前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さt (t<sub>1</sub> < t < t<sub>2</sub>) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項115乃至117のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項119】 前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にアンダーな球面収差を持たせ、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項115乃至118のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項120】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数をNA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離NAH (mm) の範囲内に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03)$$

$$f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項118又は119に記載の対物レンズ。

【請求項121】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率m<sub>1</sub>が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項99乃至120のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項122】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率m<sub>2</sub>が、m<sub>2</sub> = m<sub>1</sub>であることを特徴とする請求項99乃至121のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項123】 互いに波長が異なる第1光源及び第2光源と、前記第1及び第2光源から出射された発散光束が対物レンズに入射され、光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための前記対物レンズの対物レンズを含む集光光学系とを有し、前記第1光源と前記集光光学系とを用いて、透明基板の厚さがt<sub>1</sub>である第1の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能であるとともに、前記第2光源と前記集光光学系とを用いて、透明基板の厚さがt<sub>2</sub> (t<sub>1</sub> < t<sub>2</sub>) である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置の対物レンズであって、

前記対物レンズはプラスチックレンズであり、

前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内に、前記対物レンズの光軸から周辺に向かって少なくとも2種類の領域を備え、前記有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、

前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の

領域の回折構造を通過した光束における、温度変化  $\delta T$  に対する球面収差の変化を  $\delta SA_1 / \delta T$ 、前記第1光源の波長を  $\lambda$  としたとき、下記条件式を満たすと共に、  
 $|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.002 \lambda \text{ rms}/^\circ\text{C}$

前記周辺側の領域よりも内側の領域は、前記第2の光情報記録媒体に対する情報の記録又は再生用に球面収差を補正するよう設計されていることを特徴とする対物レンズ。

【請求項124】 前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化  $\delta T$  に対する球面収差の変化を  $\delta SA_1 / \delta T$  が、下記条件式を満たすことを特徴とする請求項123に記載の対物レンズ。

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda \text{ rms}/^\circ\text{C}$$

【請求項125】 前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帯であり、前記第1光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ  $Pout$  が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq Pout / (|n| \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項123又は124に記載の対物レンズ。

【請求項126】 前記回折輪帯の平均ピッチ  $Pout$  が  
 $1.00 \times 10^{-3} \leq Pout / (|n| \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-3}$

を満たすことを特徴とする請求項125に記載の対物レンズ。

【請求項127】 前記回折輪帯の平均ピッチ  $Pout$  が  
 $3.00 \times 10^{-3} \leq Pout / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-3}$

を満たすことを特徴とする請求項125に記載の対物レンズ。

【請求項128】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項123乃至127のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項129】 前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする請求項128に記載の対物レンズ。

【請求項130】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から出射された光束のうち、前記第2光源側の光学面領域

の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $Pin$  が、

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項128又は129に記載の対物レンズ。

【請求項131】 前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項128乃至130のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項132】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の球面収差を不連続としフレア成分とともに、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項128乃至131のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項133】 前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項128乃至132のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項134】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項128乃至133のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項135】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) から  $NAL$  (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項128乃至134のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項136】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項128乃至135のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項137】 前記光軸側の光学面領域は、前記第

1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項128乃至136のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項138】前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする請求項128乃至137のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項139】前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項123乃至127のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項140】前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から出射された光束のうち、前記第2光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、その回折輪帯の平均ピッチPinが

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項139に記載の対物レンズ。

【請求項141】前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項139又は140に記載の対物レンズ。

【請求項142】前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さt<sub>1</sub>に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項139乃至141のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項143】前記光軸側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、そこを通過する光束に対して球面収差を補正する機能を有し、前記外側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束をフレア成分とする機能を有することを特徴とする請求項139乃至142のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項144】前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数をNA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離NAH (mm) の範囲内に形成されるものとすると、  
(NA<sub>2</sub>-0.03) f<sub>2</sub> ≤ NAH ≤ (NA<sub>2</sub>+0.03)

$$3) f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項142又は143

に記載の対物レンズ。

【請求項145】前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率m<sub>1</sub>が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項123乃至144のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項146】前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの

10 結像倍率m<sub>2</sub>が、m<sub>2</sub> = m<sub>1</sub>であることを特徴とする請求項123乃至145のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項147】光源と、前記光源から出射された発散光束が対物レンズに入射され、光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための前記対物レンズを含む集光光学系とを有し、透明基板の厚さがt<sub>1</sub>である光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置の対物レンズであって、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、

前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化δTに対する球面収差の変化をδSA1/δT、前記光源の波長をλとしたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$|\delta SA1 / \delta T| \leq 0.002 \lambda \text{ rms}/^\circ\text{C}$$

【請求項148】前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化δTに対する球面収差の変化をδSA1/δTが、下記条件式を満たすことを特徴とする請求項147に記載の対物レンズ。

$$|\delta SA1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda \text{ rms}/^\circ\text{C}$$

【請求項149】前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帶であり、前記光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、前記回折輪帶の平均ピッチPoutが、

$$40 2.00 \times 10^{-4} \leq Pout / (|n| \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項147又は148に記載の対物レンズ。

【請求項150】前記回折輪帶の平均ピッチPoutが  
1.00 × 10<sup>-3</sup> ≤ Pout / (|n| · f) ≤ 3.0 × 10<sup>-3</sup>

を満たすことを特徴とする請求項149に記載の対物レンズ。

【請求項151】前記回折輪帶の平均ピッチPoutが  
3.00 × 10<sup>-3</sup> ≤ Pout / (|n| · f) ≤ 8.0

$0 \times 10^{-3}$ 

を満たすことを特徴とする請求項149に記載の対物レンズ。

【請求項152】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求項147乃至151のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項153】 前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする請求項152に記載の対物レンズ。

【請求項154】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、その回折輪帯の平均ピッチPinが

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項152又は153に記載の対物レンズ。

【請求項155】 前記外側の光学面領域は、球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項152乃至153のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項156】 前記光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数をNA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離NAH (mm) からNAL (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項152乃至155のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項157】 前記光軸側の光学面領域は、球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項152乃至156のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項158】 前記光軸側の光学面領域は、温度特性を補正する機能を有することを特徴とする請求項152乃至157のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項159】 前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする請求

項147乃至151のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項160】 前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光をn次光とし、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、その回折輪帯の平均ピッチPinが

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2}$$

10 を満たすことを特徴とする請求項159に記載の対物レンズ。

【請求項161】 前記外側の光学面領域は、球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項159又は160に記載の対物レンズ。

【請求項162】 前記光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数をNA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離NAH (mm) の範囲内に形成されるものとすると、

20  $(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$

が満たされることを特徴とする請求項159又は161のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項163】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に前記対物レンズの結像倍率m<sub>1</sub>が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項147乃至162のいずれかに記載の対物レンズ。

30 【請求項164】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に前記対物レンズの結像倍率m<sub>2</sub>が、m<sub>2</sub> = m<sub>1</sub>であることを特徴とする請求項147乃至163のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項165】 請求項51乃至164のいずれかに記載の対物レンズを用いたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項166】 光源から出射された光を、光情報記録媒体の透明基板を介して、その情報記録面に集光させることにより、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うための対物レンズにおいて、

40 前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成したn次光を利用する回折部が形成されており、

前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、前記回折輪帯の平均ピッチPoutが、

50  $2.00 \times 10^{-4} \leq Pout / (|n| \cdot f) \leq 3.5 \times 10^{-3}$

を満たすことを特徴とする対物レンズ。

【請求項167】 前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする請求項166に記載の対物レンズ。

【請求項168】 前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、中間の光学面領域に、その外側及び内側の少なくとも一方の光学面領域に対して、球面収差に関し不連続部分を設けたことを特徴とする請求項166又は167に記載の対物レンズ。

【請求項169】 前記中間の光学面領域には、屈折部と回折部の少なくとも一方が形成されていることを特徴とする請求項168に記載の対物レンズ。

【請求項170】 前記中間の光学面領域を除いた光軸を含む光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、その回折輪帯の平均ピッチ  $P_{in}$  が、

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 6.00 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項168又は169に記載の対物レンズ。

【請求項171】 前記対物レンズの少なくとも一方の面が2種類の光学面で形成され、光軸を含む光学面領域に回折輪帯を形成した回折部が形成されており、その回折輪帯の平均ピッチ  $P_{in}$  が、

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 6.00 \times 10^{-2}$$

を満たすことを特徴とする請求項166又は167に記載の対物レンズ。

【請求項172】 プラスチック材料からなることを特徴とする請求項166乃至171のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項173】 透明基板の厚さが  $t_1$  である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さが  $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して光束を出射する光源と、前記光源から出射された光束を、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置の対物レンズにおいて、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成した  $n$  次光を利用する回折部が形成されており、

前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.50 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする対物レンズ。

【請求項174】 前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする請求項173に記載の対物レンズ。

【請求項175】 光源から前記対物レンズに発散光が10入射する構成であることを特徴とする請求項173又は174に記載の対物レンズ。

【請求項176】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率  $m_1$  が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項173乃至175のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項177】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの20結像倍率  $m_2$  が、  $m_2 = m_1$  であることを特徴とする請求項173乃至176のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項178】 前記最も外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録/又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項173乃至177のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項179】 前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、その中間の光学面領域を通過する30光束に持たせた球面収差を、最も外側の光学面領域の球面収差に関して前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には不連続としてフレア成分とともに、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項173乃至178のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項180】 前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項179に記載の対物レンズ。

【請求項181】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に光軸を含む光学面領域と最も外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に光軸を含む光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項179又は180に記載の対物レンズ。

【請求項182】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数  $N A_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記50

中間の光学面領域が光軸からの距離NAH (mm) からNAL (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.0$$

3)  $f_2$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.0$$

4)  $f_2$

が満たされることを特徴とする請求項179乃至181のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項183】 前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、同一光源波長にかかる光束が用いられ、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にアンダーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項179乃至182のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項184】 前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、異なる光源波長にかかる光束が用いられ、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項179乃至182のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項185】 前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項179乃至184のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項186】 前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする請求項179乃至185のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項187】 前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、同一光源波長にかかる光束が用いられ、少なくとも一方の面が2種類以上の光学面で構成され、前記光軸を含む光学面領域は、透明基板の厚さt ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項173乃至178に記載の対物レンズ。

【請求項188】 前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にアンダーな球面収差を持たせ、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項187に記載の対物レンズ。

【請求項189】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数NA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記透明基板の厚さtに対して球面収差を補正した領域が光

軸からの距離NAH (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.0$$

3)  $f_2$

が満たされることを特徴とする請求項187又は188に記載の対物レンズ。

【請求項190】 透明基板の厚さがt<sub>1</sub>である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さがt<sub>2</sub> ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して光束を出射する光源と、前記光源から出射された光束を、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置において、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成したn次光を利用する回折部が形成されており、

前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、前記回折輪帯の平均ピッチPoutが

$$2.00 \times 10^{-4} \leq Pout / (|n| \cdot f) \leq 3.5 \\ 0 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項191】 前記回折輪帯の平均ピッチPoutが $1.00 \times 10^{-3} \leq Pout / (|n| \cdot f) \leq 3.0 \times 10^{-3}$ を満たすことを特徴とする請求項190に記載の光ピックアップ装置。

【請求項192】 前記対物レンズに発散光が入射する構成であることを特徴とする請求項190又は191に記載の光ピックアップ装置。

【請求項193】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率m<sub>1</sub>が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項190乃至192のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項194】 前記光源と、前記対物レンズもしくは前記光情報記録媒体の情報記録面との距離を調整する距離調整手段を有することを特徴とする請求項190乃至193のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項195】 前記距離調整手段は、前記光源の室温における波長に応じて、前記距離を調整することを特徴とする請求項194に記載の光ピックアップ装置。

【請求項196】 霧囲気温度を調整する温度調整手段を有することを特徴とする請求項193乃至195のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項197】 前記光源は半導体レーザであり、前

記温度調整手段は、前記半導体レーザの温度を調整することを特徴とする請求項196に記載の光ピックアップ装置。

【請求項198】 前記対物レンズは、前記結像倍率を実質的に一定とする状態で、フォーカシング駆動されることを特徴とする請求項193乃至197のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項199】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率 $m_2$ が、 $m_2 = m_1$ であることを特徴とする請求項190乃至198のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項200】 前記最も外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録／又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項190乃至199のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項201】 前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、その中間の光学面領域を通過する光束に持たせた球面収差を、最も外側の光学面領域の球面収差に関して前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には不連続としてフレア成分とともに、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項190乃至200のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項202】 前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項201に記載の光ピックアップ装置。

【請求項203】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に光軸を含む光学面領域と最も外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に光軸を含む光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする請求項201又は202に記載の光ピックアップ装置。

【請求項204】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数 $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を $f_2$ とした場合に、前記中間の光学面領域が光軸からの距離 $NAH$  (mm) から $NAL$  (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.0$$

$$3) f_2$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.0$$

$$4) f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項201乃至203のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項205】 前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、同一光源波長にかかる光束が用いられ、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にアンダーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項201乃至204のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項206】 前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、異なる光源波長にかかる光束が用いられ、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項201乃至205のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項207】 前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項201乃至205のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項208】 前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする請求項201乃至207のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項209】 前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、同一光源波長にかかる光束が用いられ、少なくとも一方の面が2種類以上の光学面で構成され、前記光軸を含む光学面領域は、透明基板の厚さ $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項190乃至200に記載の光ピックアップ装置。

【請求項210】 前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にアンダーな球面収差を持たせ、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項209に記載の光ピックアップ装置。

【請求項211】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数 $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を $f_2$ とした場合に、前記中間の光学面領域が光軸からの距離 $NAH$  (mm) の範囲内に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.0$$

$$3) f_2$$

が満たされることを特徴とする請求項209又は210に記載の光ピックアップ装置。

【請求項212】 前記最も外側の光学面領域を通過した光束における、温度変化に対する球面収差の変化は、光源波長を $\lambda_1$ としたときに、以下の範囲内にあること

を特徴とする請求項 190 乃至 210 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

$$|\delta S A 1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda 1 \text{ rms} / ^\circ C$$

【請求項 213】 透明基板の厚さが  $t_1$  である第 1 の光情報記録媒体と、透明基板の厚さが  $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第 2 の光情報記録媒体に対して光束を出射する光源と、前記光源から出射された光束を、前記第 1 及び前記第 2 の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置の対物レンズにおいて、

前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも 2 種類以上の光学面領域で構成され、

光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成することで、前記第 1 の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行うようになっており、

一方、外側の光学面領域より内側の領域を通過する光束に対して、前記第 2 の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の球面収差の設計が行われることを特徴とする対物レンズ。

【請求項 214】 前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率  $m_1$  が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項 213 に記載の対物レンズ。

【請求項 215】 前記第 2 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率  $m_2$  が、 $m_2 \neq m_1$  であることを特徴とする請求項 213 又は 214 に記載の対物レンズ。

【請求項 216】 前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ 3 種類以上の光学面領域で構成され、前記第 2 の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の光学面領域の内側に、前記第 1 の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う光束に対して球面収差の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする請求項 213 乃至 215 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 217】 前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ 3 種類以上の光学面領域で構成され、前記第 2 の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の光学面領域の内側に、前記第 1 の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う光束に対して温度特性の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする請求項 213 乃至 216 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 218】 透明基板の厚さが  $t_1$  である第 1 の光情報記録媒体に対して光束を出射する波長  $\lambda_1$  の第 1 の光源と、透明基板の厚さが  $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第 2 の光情報記録媒体に対して光束を出射する波長  $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) である第 2 の光源と、前記第 1 及び前記第 2 の光源から出射された光束を、前記第 1 及び前記第 2 の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う

10 光ピックアップ装置の対物レンズにおいて、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも 2 種類以上の光学面領域で構成され、

光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成することで、前記第 1 の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行うようになっており、

20 一方、外側の光学面領域より内側の領域を通過する光束に対して、前記第 2 の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の球面収差設計を行ったことを特徴とする対物レンズ。

【請求項 219】 前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率  $m_1$  が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項 218 に記載の対物レンズ。

30 【請求項 220】 前記第 2 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率  $m_2$  が、 $m_2 \neq m_1$  であることを特徴とする請求項 218 又は 219 に記載の対物レンズ。

【請求項 221】 前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ 3 種類以上の光学面領域で構成され、中間の光学面領域で波長  $\lambda_2$  の前記第 2 の光源使用時にのみ利用する光学面領域を形成し、その中間の光学面領域の内側に波長  $\lambda_1$  の前記第 1 の光源からの光束に対して球面収差の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする請求項 218 乃至 220 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 222】 前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ 3 種類以上の光学面領域で構成され、中間の光学面領域で波長  $\lambda_2$  の前記第 2 の光源使用時にのみ利用する光学面領域を形成し、その中間の光学面領域の内側に波長  $\lambda_1$  の前記第 1 の光源からの光束に対して温度特性の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする請求項 218 乃至 221 のいずれかに記載の対物レンズ。

50 【請求項 223】 前記第 2 の光源からの光束専用の光

学面領域と最も外側の光学面領域とは、隣接していることを特徴とする請求項221又は222に記載の対物レンズ。

【請求項224】 前記対物レンズの焦点距離を $f$ としたときに、 $n$ 次光を利用する前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.5 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする請求項213乃至223のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項225】 前記最も外側の光学面領域と、それに隣接する前記中間の光学面領域とを通過した光束における球面収差は不連続であることを特徴とする請求項21乃至224のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項226】 前記中間の光学面領域には、回折部と屈折部の少なくとも一方が配置されていることを特徴とする請求項221乃至225のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項227】 プラスチック材料からなることを特徴とする請求項213乃至226のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項228】 透明基板の厚さが $t_1$ である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さが $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して光束を出射する光源と、前記光源から出射された光束を、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置において、

前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、

前記対物レンズの光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成することで、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行うようになっており、一方、外側の光学面領域より内側の領域を通過する光束に対して、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の球面収差の設計が行われることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項229】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に前記対物レンズの結像倍率 $m_1$ が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項228に記載の光ピックアップ装置。

【請求項230】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に前記対物レンズの

結像倍率 $m_2$ が、 $m_2 \neq m_1$ であることを特徴とする請求項228又は229に記載の光ピックアップ装置。

【請求項231】 前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の光学面領域の内側に、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う光束に対して球面収差の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする請求項228乃至230のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項232】 前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の光学面領域の内側に、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う光束に対して温度特性の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする請求項228乃至231のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項233】 透明基板の厚さが $t_1$ である第1の光情報記録媒体に対して光束を出射する波長 $\lambda_1$ の第1の光源と、透明基板の厚さが $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して光束を出射する波長 $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) である第2の光源と、前記第1及び前記第2の光源から出射された光束を、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置において、

前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、

前記対物レンズの光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成することで、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行うようになっており、一方、外側の光学面領域より内側の領域を通過する光束に対して、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の球面収差の設計が行われることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項234】 前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に前記対物レンズの結像倍率 $m_1$ が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項233に記載の光ピックアップ装置。

【請求項235】 前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に前記対物レンズの結像倍率 $m_2$ が、 $m_2 \neq m_1$ であることを特徴とする請

求項233又は234に記載の光ピックアップ装置。

【請求項236】 前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、波長 $\lambda_2$ の前記第2の光源からの光束用の光学面領域の内側に、波長 $\lambda_1$ の前記第1の光源からの光束に対して球面収差の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする請求項233乃至135のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項237】 前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、波長 $\lambda_2$ の前記第2の光源からの光束用の光学面領域の内側に、波長 $\lambda_1$ の前記第1の光源からの光束に対して温度特性の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする請求項233乃至236のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項238】 前記第2光源からの光束用の光学面領域と最も外側の光学面領域とは、隣接していることを特徴とする請求項236又は237に記載の光ピックアップ装置。

【請求項239】 前記対物レンズの焦点距離を $f$ としたときに、 $n$ 次光を利用する前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.5 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする請求項228乃至238のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項240】 前記最も外方の光学面領域と、前記第2の光源からの光束用の光学面領域における球面収差は不連続であることを特徴とする請求項228乃至239に記載の光ピックアップ装置。

【請求項241】 前記第2の光源からの光束専用の光学面領域には、回折部と屈折部の少なくとも一方が配置されていることを特徴とする請求項228乃至240のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項242】 前記最も外側の光学面領域を通過した光束における、温度変化に対する球面収差の変化は、室温における光源波長を $\lambda_1$ としたときに、以下の範囲内にあることを特徴とする請求項228乃至241のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

$$|\delta S A 1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda_1 r m s / ^\circ C$$

【請求項243】 前記対物レンズは、プラスチック材料からなることを特徴とする請求項228乃至242のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項244】 前記回折次数 $n$ が $|n| = 1$ であることを特徴とする請求項166, 167, 170, 17

$$\Delta S A / \Delta T = k \cdot f (1 - m)^4 (N A)^4 / \lambda \quad (1)$$

と表すことができる。尚、樹脂材料から形成されたレンズが正の屈折力を有する場合、温度が上昇すると3次の球面収差がよりオーバーになる。すなわち、上式(1)において、係数 $k$ は正の値となる。また、樹脂材料から

1, 188, 189, 224のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項245】 前記回折次数 $n$ が $|n| = 1$ であることを特徴とする請求項190, 191, 239のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ピックアップ装置の対物レンズ及び光ピックアップ装置に関する。又、特に、透明基板厚さの異なる少なくとも2つの光情報記録媒体の記録又は再生に対して、有限倍率でありながら温度特性の良い対物レンズ及び光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のCD再生装置において要求される精度を有する光情報記録媒体の記録再生用光学系(尚、本明細書中で云う記録再生用光学系あるいは記録再生装置とは記録用光学系、再生用光学系、記録と再生との両用の光学系あるいはそれらを用いた装置を含む)としては、無限共役型の光学系が特開昭57-76512号公報に開示され、有限共役型の光学系が特開昭61-56314号公報等に開示されている。また、樹脂製対物レンズを用いた場合の温度変化による収差の発生を減じるため、カップリングレンズを用いたものが特開平6-258573号公報に開示されている。しかるに、近年においては低コスト化などの要求から、記録再生用光学系、特にその対物レンズに関しては、樹脂(プラスチック)材料を用いて形成されたレンズが広く使用されている。

【0003】 しかし、樹脂材料から形成された対物レンズにおいては、温度変化に伴う屈折率の変化によって発生する収差が、ガラス材料から形成されたレンズより大きくなるという問題がある。一般的には、この屈折率の変化は樹脂材料とガラス材料とで一桁以上異なっている。ここで、基準設計温度と実際の使用環境との温度差を $\Delta T$ としたとき、この温度差 $\Delta T$ によって変化する収差は主に3次球面収差である。波面収差の3次球面収差成分を $r m s$ 値で表したもの $S A$ とし、ここでは球面収差が正の場合(オーバー)を $S A > 0$ 、負(アンダー)の場合を $S A < 0$ と符号を定義する。温度変化 $\Delta T$ によって変化する3次球面収差 $\Delta S A$ ( $\lambda r m s$ )は、対物レンズの光情報記録媒体側(像側)開口数 $N A$ 、焦点距離 $f$ 、結像倍率 $m$ 、比例係数 $k$ 、光の波長 $\lambda$ を用いて、

形成された単レンズを対物レンズとした場合、係数 $k$ はより大きな正の値となる。

【0004】 現在広く用いられているコンパクトディスク用の対物レンズでは、 $N A$ が0.45程度であるた

め、使用環境の温度変化に伴って発生する収差は問題となるほどの水準には至らないといえる。しかし、光情報記録媒体の高密度化が推進されつつある。

【0005】具体的には、光情報記録媒体としてCD(記憶容量: 640MB)と同程度の大きさで記録密度を高めたDVD(記憶容量: 4.7GB)が開発され、急速に普及が進んでいる。DVDを再生するためには、光源の波長が635nmから660nmの範囲内にある所定の波長のレーザ光を使用することが一般的である。また、一般的にはレーザ光源からの発散光束は、コリメートレンズで平行光束にされてからDVD側のNAが0.6又はそれ以上の対物レンズに入射され、DVDの透明基板を介して情報記録面に集光される。

【0006】これを波面収差より考察するに、上記式

(1)において、例えばNAが0.45から0.6へと増大したとき、波面収差W<sub>rms</sub>は、 $(0.6/0.45)^4 = 3.16$ 倍に増大する。

【0007】ここで、式(1)に基づき波面収差を小さく抑えるために、焦点距離fを小さくすることが考えられるが、現実には、フォーカシング作動距離を確保する必要があるためにfを現在以上に小さくすることは困難である。

【0008】そこで、従来、透明基板厚さの異なる複数の光情報記録媒体の記録又は再生を、1つの集光光学系を用いて行うための対物レンズ及び光ピックアップ装置が種々提案されている。また、そのような対物レンズには、プラスチックレンズを用いることがフォーカシングやトラッキング時のアクチュエータに対する負荷を軽減でき、対物レンズの高速な移動や、光ピックアップ装置の軽量化、低コスト化にも有利であることが知られている。例えば、情報の記録密度が異なるDVD(透明基板厚さ0.6mm)とCD(透明基板厚さ1.2mm)に対して、それぞれの記録又は再生を行うのに必要なスポット径が異なり、対物レンズの像側の必要開口数が異なることを利用し、更に透明基板厚さの違いによる球面収差の発生を抑えるために、CDの記録又は再生の際には対物レンズに発散光を入射させるようにしたプラスチック製の対物レンズ及びその光ピックアップ装置が知られている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】このような光ピックアップ装置において、DVDの記録又は再生の際にも、CDの記録又は再生の際にも共に、対物レンズを光源からの発散光束が入射されるに適した有限共役型の対物レンズとし、またそのような対物レンズを用いた光ピックアップ装置とすれば、光ピックアップ装置全体をコンパクトにできる、また光源からの発散光を平行光束とするためのコリメータレンズを不要とできる、等の利点が得られるが、プラスチック製の対物レンズで、光ピックアップ装置に必要な種々の性能を満足する対物レンズ及びそのようなプラスチック製対物レンズを用いた光ピックアップ装置は、きわめて実用的なレベルでの実現はされておらず、その検討もされていないのが実状であった。

【0010】一方、樹脂材料で形成された従来の対物レンズを用いたレンズ系では温度変化により生じる樹脂材料の屈折率変化△nを原因とする、対物レンズの像側の開口数NAの4乗に比例した収差の発生によって、十分な光学性能の対物レンズ及び光ピックアップ装置を実現させることは困難であった。

【0011】これに対し、本発明者は、そのような対物レンズ及び光ピックアップ装置を実現するために試行錯誤を繰り返し、その実現には、対物レンズの温度特性の改善が重要であることを見出したのである。より具体的には、特に、対物レンズの少なくとも一面の少なくとも周辺側の領域に、温度変化に対して球面収差が良好な回折構造を備えた対物レンズ及び光ピックアップ装置により実現できることを見出したのである。

【0012】本発明は、光源からの発散光を対物レンズに入射させて、使用環境の温度変化に対しての十分な性能を満足する実用的な対物レンズ及び光ピックアップ装置を提供することを目的とする。又、透明基板厚さの異なる複数の光情報記録媒体に対して、光源からの発散光束を対物レンズに入射させて、それぞれの情報の記録又は再生を可能としつつ、使用環境の温度変化に対しての十分な性能を満足する実用的な対物レンズ及び光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】対物レンズに回折部を設けると、単玉レンズであっても回折母非球面の屈折パワーと回折部分の回折パワーとに分散が可能であり、屈折だけでレンズを構成する場合に比べて設計自由度が増える。この屈折パワーと回折パワーとのパワー配分を上手く割り振ると、温度特性を補正することが可能となる。まずは、有限光学系におけるプラスチック対物レンズを導入する際のこの温度特性の補正に関して説明する。

【0014】光情報記録媒体の記録再生に多く使われている回折パターンのない非球面樹脂製対物単レンズのような球面収差の補正された樹脂製正レンズの温度変化に対する3次の球面収差量の変化を△SA/△Tとするとき、以下の式で表せる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial SA}{\partial T} &= (\frac{\partial SA}{\partial n}) \cdot (\frac{\partial n}{\partial T}) \\ &\quad + (\frac{\partial SA}{\partial n}) \cdot (\frac{\partial n}{\partial \lambda}) \cdot (\frac{\partial \lambda}{\partial T}) \\ &= (\frac{\partial SA}{\partial n}) \{ (\frac{\partial n}{\partial T}) + (\frac{\partial n}{\partial \lambda}) \cdot (\frac{\partial \lambda}{\partial T}) \} \end{aligned} \quad (4)$$

ここで、樹脂材料は、 $(\frac{\partial n}{\partial T}) < 0$ 、 $(\frac{\partial n}{\partial \lambda}) < 0$ である。ガラス材料は、 $(\frac{\partial n}{\partial T}) = 0$ 、

$(\partial n / \partial \lambda) < 0$  である。半導体レーザは、 $(\partial \lambda / \partial T) > 0$ 、SHGレーザ、固体レーザ、ガスレーザ等は $(\partial \lambda / \partial T) = 0$  である。

【0015】尚、ここでガラス材料の $(\partial n / \partial T)$ を0、SHGレーザ、固体レーザ、ガスレーザ等の $(\partial \lambda / \partial T)$ を0としたが、実際これらの値は厳密に0では

$$\partial SA / \partial T = (\partial SA / \partial n) \cdot (\partial n / \partial T) \quad (5)$$

となる。

【0017】このレンズがガラス製であれば、 $(\partial n / \partial T) = 0$  であるから、 $\partial SA / \partial T = 0$  となる。一方、レンズが樹脂製であれば、 $(\partial n / \partial T) < 0$  であり、この種のレンズは $\partial SA / \partial T > 0$  であることが

$$\partial SA / \partial T = (\partial SA / \partial n) \cdot (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \quad (6)$$

であり、 $(\partial n / \partial \lambda) < 0$ 、 $(\partial SA / \partial n) < 0$  であるから $\partial SA / \partial T > 0$  となる。

【0019】また、ガラス材料、樹脂材料を問わず、入射する光がより短波長になると、 $(\partial n / \partial \lambda)$  の絶対値が大きくなる。したがって短波長の半導体レーザを利用する場合、たとえガラス材料であっても球面収差の温度変化に留意する必要がある。

【0020】一方、回折パターーンを有する非球面樹脂製

$$\begin{aligned} \partial SA / \partial T &= (\partial SA_R / \partial n) \cdot (\partial n / \partial T) \\ &+ (\partial SA_R / \partial n) \cdot (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \\ &+ (\partial SA_D / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \end{aligned} \quad (7)$$

ここで、光源がSHGレーザ、固体レーザ、ガスレーザ

$$\partial SA / \partial T = (\partial SA_R / \partial n) \cdot (\partial n / \partial T) \quad (8)$$

が成立する。

【0021】ここで、もちろんガラス製レンズの場合には、 $(\partial n / \partial T) = 0$  であり、 $(\partial SA_R / \partial n)$  の値によらず、 $\partial SA / \partial T = 0$  となる。一方、レンズが樹脂製であれば、 $(\partial n / \partial T) < 0$  であるが、 $(\partial SA_R / \partial n) = 0$  であれば、 $\partial SA / \partial T = 0$  とできる。

【0022】そこで、本発明においては、回折パワーに

$$\partial SA / \partial T = (\partial SA_D / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \quad (9)$$

となるが、一般に $(\partial SA_D / \partial \lambda) \neq 0$  であり、3次

の球面収差量が温度により変化してしまうことがわか

る。

$$\begin{aligned} \partial SA / \partial T &= (\partial SA_R / \partial n) \cdot \{ (\partial n / \partial T) \\ &+ (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \} \\ &+ (\partial SA_D / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \end{aligned} \quad (10)$$

【0025】ここで、樹脂製レンズの場合、 $(\partial SA / \partial T) < 0$  であり、また光源が半導体レーザであるか

$$(\partial n / \partial T) + (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) < 0 \quad (11)$$

である。

【0026】前提として、 $(\partial SA_R / \partial n) < 0$  とす

ると、(11) より (10) の第1項は正の値となる。

【0016】さて、光源がSHGレーザ、固体レーザ、ガスレーザ等であり $(\partial \lambda / \partial T) = 0$  の場合、

ない。しかしながら、本発明の利用分野においては実用上0と考えられ、またそれにより説明を単純化できるので、以下これらの値を0として説明を進める。

【0018】このときレンズがガラス製である場合においても

$$\partial SA / \partial T = (\partial SA / \partial n) \cdot (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \quad (6)$$

単レンズについて、温度変化に対する3次の球面収差量の変化量を $\partial SA / \partial T$ について定式化すると以下のようになる。この場合、屈折パワーの特性と回折パワーの特性の双方を取り入れる必要がある。屈折レンズ部分が寄与する球面収差量の変化量 $\partial SA$ に添え字R、回折パワーが寄与する球面収差量の変化量 $\partial SA$ に添え字Dを付けて示すと、以下のように表せる。

等であり、 $(\partial \lambda / \partial T) = 0$  の場合には、

【0023】一方、光源が半導体レーザの場合は $(\partial \lambda / \partial T) > 0$  であり、上記の $(\partial SA_R / \partial n) = 0$  の特性を持つ対物レンズの場合、上式 (7) より

【0024】更に、上式 (7) は、以下の式のように変形できる。

【0025】ここで、樹脂製レンズの場合、 $(\partial SA / \partial T) < 0$  となるので、

【0026】前提として、 $(\partial SA_R / \partial n) < 0$  とす

ると、(11) より (10) の第1項は正の値となる。

【0027】ここで、光源が半導体レーザである場合

である。

【0028】前提として、 $(\partial SA_R / \partial n) < 0$  とす

ると、(11) より (10) の第1項は正の値となる。

【0027】このような特性の回折パワーを持つ非球面樹脂製単レンズにおいては、 $(\partial \lambda / \partial T) = 0$ の場合、上式(8)において $(\partial S_{AR} / \partial n) < 0$ でかつ

$$\partial S_A / \partial \lambda = (\partial S_{AR} / \partial n) \cdot (\partial n / \partial \lambda) + (\partial S_{AD} / \partial \lambda) \quad (12)$$

で表せるが、第1項は正、第2項は負であるが、良く知られているように、回折パワーを持つ非球面単レンズの色収差は、主に回折パワーからの寄与が大きいことから、上式(12)の第2項により $\partial S_A / \partial \lambda$ の符号がきまり、 $\partial S_A / \partial \lambda < 0$ となるのが一般的である。

【0029】すなわち、回折パワーを導入した樹脂製単レンズでは、 $\partial S_{AR} / \partial T > 0$ でかつ $\partial S_{AD} / \partial \lambda < 0$ とすることで、光源が半導体レーザの場合においても

$$(\partial S_{AR} / \partial T) \cdot (\partial S_{AD} / \partial \lambda) < 0$$

となる関係が成立する。本発明によれば、使用環境の温度変化に対しても十分な性能を確保できる対物レンズが提供されることとなる。ここで、 $(\partial S_A / \partial T) > 0$ とした場合の方が、回折パワーのない非球面樹脂製単レンズの特性に近いため、回折パワーの負担が少なくより好ましい。本発明によれば、使用環境の温度変化に対しても十分な性能を確保できる対物レンズが提供されることとなる。

【0032】上記構成の対物レンズで一方の光情報記録媒体に対する球面収差補正と温度補正とが可能となる。更に、他方の光情報記録媒体の記録/再生を行なうには、対物レンズに入射する光束をいくつかの領域に分割定義できる光学面領域を対物レンズの少なくとも一方の面に形成させる。そして、分割した光束の中間部のある光束を他方ディスクの透明基板厚さに対応する球面収差設計とする。これら分割光束を上手く割り振ることにより、一方の光情報記録媒体の球面収差と温度補正と、他

$$|\delta S_{A1} / \delta U| \cdot |\delta U| + |\delta S_{A2} / \delta T| \cdot |\delta T| \leq 0.07 \lambda_{rms}$$

【0034】請求項1に記載の光ピックアップ装置において、例えば対物レンズに回折構造を設けるなどして、 $|\delta S_{A1} / \delta U| \cdot |\delta U| + |\delta S_{A2} / \delta T| \cdot |\delta T|$ との和に着目し、その和を $0.07 \lambda_{rms}$ 以下とすることで、前記対物レンズに単一光源波長の発散光束を入射させた状態でも、2つの光情報記憶媒体に対して情報の記録又は再生を適切に行なうことができ、対物レンズに入射させる平行光束を形成するためのコリメータレンズなどを省略でき、コスト低減を図れると共に、光ピックアップ装置の構成をコンパクト化できる。

$$|\delta S_{A1} / \delta T| \leq 0.002 \lambda_{rms} / ^\circ C \quad (15)$$

【0036】請求項3に記載の光ピックアップ装置は、前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta S_{A1} / \delta T$ が、下記条件式を

$$|\delta S_{A1} / \delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms} / ^\circ C \quad (16)$$

【0037】請求項4に記載の光ピックアップ装置は、

$(\partial n / \partial T) < 0$ なので $\partial S_A / \partial T > 0$ となる。

【0028】また、温度が一定で、波長のみが変化する場合の球面収差 $\partial S_A / \partial \lambda$ は、

$$(\partial n / \partial \lambda) + (\partial S_{AD} / \partial \lambda) \quad (12)$$

$\partial S_A / \partial T = 0$ とできる。

【0030】逆に $(\partial S_{AR} / \partial n) > 0$ とすると、計算は省略するが $\partial S_{AR} / \partial T < 0$ でかつ $\partial S_{AD} / \partial \lambda > 0$ とすることで、光源が半導体レーザの場合においても $\partial S_A / \partial T = 0$ とできる。

【0031】すなわち $\partial S_{AR} / \partial T$ と $\partial S_{AD} / \partial \lambda$ の符号が逆であればよい。このとき、

$$(\partial S_{AR} / \partial T) \cdot (\partial S_{AD} / \partial \lambda) < 0 \quad (13)$$

方の光情報記録媒体の球面収差補正とが可能となる。

【0033】請求項1に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための対物レンズを含む集光光学系とを有し、透明基板の厚さが $t_1$ である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さが $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことをが可能な光ピックアップ装置において、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際および前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、前記光源からの発散光束が前記対物レンズに入射され、前記光源の波長を $\lambda$ 、物像間距離変化 $\delta U$  ( $|\delta U| \leq 0.5 \text{ mm}$ ) に対する球面収差の変化を $\delta S_{A1} / \delta U$ 、温度変化 $\delta T$  ( $|\delta T| \leq 30^\circ C$ ) に対する球面収差の変化を $\delta S_{A2} / \delta T$ としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$|\delta S_{A1} / \delta U| \cdot |\delta U| + |\delta S_{A2} / \delta T| \cdot |\delta T| \leq 0.07 \lambda_{rms} \quad (14)$$

【0035】請求項2に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta S_{A1} / \delta T$ としたとき、下記条件式を満たすので、前記対物レンズに発散光束を入射させた状態でも2つの光情報記憶媒体に対して情報の記録又は再生を適切に行なうことができる。

$$|\delta S_{A1} / \delta T| \leq 0.002 \lambda_{rms} / ^\circ C \quad (15)$$

満たすので、前記対物レンズに発散光束を入射させた状態でも2つの光情報記憶媒体に対して情報の記録又は再生をより適切に行なうことができる。

$$|\delta S_{A1} / \delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms} / ^\circ C \quad (16)$$

前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪

帶であり、前記光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を  
 $2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2}$  (17)

を満たすことを特徴とする。

【0038】請求項5に記載の光ピックアップ装置は、

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3}$$
 (18)

を満たすことを特徴とする。

【0039】請求項6に記載の光ピックアップ装置は、

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3}$$
 (19)

を満たすことを特徴とする。

【0040】請求項7に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

【0041】請求項8に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-2}$$
 (20)

を満たすことを特徴とする。

【0043】請求項10に記載の光ピックアップ装置は、前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0044】請求項11に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の球面収差を不連続としフレア成分とすると共に、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0045】尚、フレア成分とは、中間の光学面領域を通過した光束に、ある球面収差量を与えて、正規の光情報記録媒体の合焦位置で非結像状態にさせたものをいい、球面収差量としては大きい方が望ましい。また、光学面の境界位置における球面収差の段差量も大きい方が

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$$
 (21)

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2$$
 (22)

が満たされることを特徴とする。

【0049】請求項15に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にアンダーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0050】請求項16に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

$n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、前記回折輪帶の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2}$$
 (17)

前記回折輪帶の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3}$$
 (18)

前記回折輪帶の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3}$$
 (19)

との境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする。

【0042】請求項9に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帶を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帶の平均ピッチ  $P_{in}$  が

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2}$$
 (20)

好ましい。

【0046】請求項12に記載の光ピックアップ装置は、前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0047】請求項13に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0048】請求項14に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) から  $NAL$  (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$$
 (21)

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2$$
 (22)

【0051】請求項17に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする。

【0052】請求項18に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周

辺側の領域であることを特徴とする。

【0053】請求項19に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束の

$$3.00 \times 10^{-3} \leq \text{Pin} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (23)$$

を満たすことを特徴とする。

【0054】請求項20に記載の光ピックアップ装置は、前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0055】請求項21に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0056】請求項22に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (24)$$

が満たされることを特徴とする。

【0058】請求項24に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする。

【0059】請求項25に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率  $m_2$  が、 $m_2 = m_1$  であることを特徴とする。

【0060】請求項26に記載の光ピックアップ装置は、互いに波長が異なる第1光源及び第2光源と、前記第1及び第2光源から出射された光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための対物レンズを含む集光光学系とを有し、前記第1光源と前記集光光学系とを用いて、透明基板の厚さが  $t_1$  である第1の光情報記録媒体に対して情報の記録及び又は再生を行うことが可

$$|\delta SA_3 / \delta U| + |\delta U| + |\delta SA_4 / \delta U| + |\delta SA_5 / \delta U| \leq 0.07\lambda_1 \text{ rms}$$

前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記第2光源からの発散光束が前記対物レンズに入射され、前記第2光源の波長を  $\lambda_2$ 、物像間距離変化  $\delta U$  ( $|\delta U| \leq 0.5 \text{ mm}$ ) に対する球面収

$$|\delta SA_5 / \delta U| + |\delta U| + |\delta SA_6 / \delta U| \leq 0.07\lambda_2 \text{ rms}$$

【0061】請求項26に記載の光ピックアップ装置において、例えば対物レンズに回折構造を設けるなどして、 $|\delta SA_3 / \delta U| + |\delta U| + |\delta SA_4 / \delta U| + |\delta T|$  との和、及び  $|\delta SA_5 / \delta U| + |\delta U| + |\delta SA_6 / \delta U| + |\delta T|$  との和に着目し、かかる和をそれぞれ  $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 、 $0.07\lambda_2 \text{ rms}$  以下とすることで、前記対物レンズに異なる光源波長の発散光束を入射させた状態でも、2つの光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を適切に行うことがで

うち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $\text{Pin}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq \text{Pin} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (23)$$

媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にアンダーな球面収差を持たせ、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0057】請求項23に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) の範囲内に形成されるものとする、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (24)$$

再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率  $m_1$  が、

(25)

能であると共に、前記第2光源と前記集光光学系とを用いて、透明基板の厚さが  $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置において、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記第1光源からの発散光束が前記対物レンズに入射され、前記第1光源の波長を  $\lambda_1$ 、物像間距離変化  $\delta U$  ( $|\delta U| \leq 0.5 \text{ mm}$ ) に対する球面収差の変化を  $\delta SA_3 / \delta U$ 、温度変化  $\delta T$  ( $|\delta T| \leq 30^\circ\text{C}$ ) に対する球面収差の変化を  $\delta SA_4 / \delta T$  としたとき、下記条件式を満たすとともに、

30  $|\delta SA_3 / \delta U| + |\delta U| + |\delta SA_4 / \delta T| \leq 0.07\lambda_1 \text{ rms}$

(26)

差の変化を  $\delta SA_5 / \delta U$ 、温度変化  $\delta T$  ( $|\delta T| \leq 30^\circ\text{C}$ ) に対する球面収差の変化を  $\delta SA_6 / \delta T$  としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする。

(27)

き、対物レンズに入射させる平行光束を形成するためのコリメータレンズなどを省略でき、コスト低減を図ると共に、光ピックアップ装置の構成をコンパクト化できる。

【0062】請求項27に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化  $\delta T$  に対する

50  $|\delta SA_3 / \delta U| + |\delta U| + |\delta SA_4 / \delta T| \leq 0.07\lambda_1 \text{ rms}$

る球面収差の変化を  $\delta SA_1 / \delta T$  とし、第1光源の光源波長を  $\lambda_1$  としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.002 \lambda_1 \text{ rms}/\text{°C} \quad (28)$$

【0063】請求項28に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda_1 \text{ rms}/\text{°C} \quad (29)$$

【0064】請求項29に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帶であり、前記第1光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (30)$$

を満たすことを特徴とする。

【0065】請求項30に記載の光ピックアップ装置

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (31)$$

を満たすことを特徴とする。

【0066】請求項31に記載の光ピックアップ装置

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (32)$$

を満たすことを特徴とする。

【0067】請求項32に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

【0068】請求項33に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域と

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-2} \quad (33)$$

を満たすことを特徴とする。

【0070】請求項35に記載の光ピックアップ装置は、前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0071】請求項36に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の球面収差を不連続としフレア成分とすると共に、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0072】請求項37に記載の光ピックアップ装置は、前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1$ )

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (34)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (35)$$

が満たされることを特徴とする。

【0075】請求項40に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光

束に対する球面収差の変化を  $\delta SA_1 / \delta T$  が、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.002 \lambda_1 \text{ rms}/\text{°C} \quad (28)$$

【0063】請求項28に記載の光ピックアップ装置は、前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、前記回折輪帶の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

10 10としたときに、前記回折輪帶の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (30)$$

は、前記回折輪帶の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (31)$$

は、前記回折輪帶の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (32)$$

の境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする。

【0069】請求項34に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帶を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から出射された光束のうち、前記第2光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帶の平均ピッチ  $P_{in}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-2} \quad (33)$$

30  $t < t_1 < t_2$  に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0073】請求項38に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域とを通過する光束を用いることを特徴とする。

【0074】請求項39に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) から  $NAL$  (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (34)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (35)$$

束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0076】請求項41に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を

補正する機能を有することを特徴とする。

【0077】請求項42に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする。

【0078】請求項43に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (1n)$$

を満たすことを特徴とする。

【0080】請求項45に記載の光ピックアップ装置は、前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0081】請求項46に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t_1$  に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0082】請求項47に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、そこを通

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (35)$$

が満たされることを特徴とする。

【0084】請求項49に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする。

【0085】請求項50に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に前記対物レンズの結像倍率  $m_2$  が、  $m_2 = m_1$  であることを特徴とする。

【0086】請求項51に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された発散光束が対物レンズに入射され、光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための前記対物レンズを含む集光光学系とを有し、透明基板の厚さが  $t_1$  である第1の光情報記録媒体と、

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.002 \text{ nm} / ^\circ\text{C}$$

【0087】請求項51に記載の対物レンズは、前記周辺側の領域に上記(38)式を満足する回折構造を設けることで、その対物レンズを光ピックアップ装置に配置して光源からの発散光束を対物レンズに入射させた状態でも、2つの光情報記憶媒体に対して情報の記録又は再生を適切に行うことができ、対物レンズに入射させる平行光束を形成するためのコリメータレンズなどを省略で

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.0005 \text{ nm} / ^\circ\text{C}$$

【0089】請求項53に記載の対物レンズは、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帯であり、前記光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、前

光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

【0079】請求項44に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から出射された光束のうち、前記第2光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $P_{in}$  が

$$f \cdot f \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (35)$$

過する光束に対して球面収差を補正する機能を有し、前記外側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束をフレア成分とする機能を有することを特徴とする。

【0083】請求項48に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) の範囲内に形成されるものとすると、

$$20 \quad (NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (36)$$

再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率  $m_1$  が、

$$(37)$$

透明基板の厚さが  $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置の対物レンズであって、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化  $\delta T$  に対する球面収差の変化を  $\delta SA_1 / \delta T$ 、前記光源の波長を  $\lambda$  としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$(38)$$

40 き、コスト低減を図れると共に、光ピックアップ装置の構成をコンパクト化できる。

【0088】請求項52に記載の対物レンズは、前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化  $\delta T$  に対する球面収差の変化を  $\delta SA_1 / \delta T$  が、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$(39)$$

記回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (40)$$

を満たすことを特徴とする。

【0090】請求項54に記載の対物レンズは、前記回

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (41)$$

を満たすことを特徴とする。

【0091】請求項55に記載の対物レンズは、前記回

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (42)$$

を満たすことを特徴とする。

【0092】請求項56に記載の対物レンズは、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

【0093】請求項57に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との境

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (43)$$

を満たすことを特徴とする。

【0095】請求項59に記載の対物レンズは、前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0096】請求項60に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の球面収差を不連続としフレア成分と共に、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0097】請求項61に記載の対物レンズは、前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ )

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (44)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (45)$$

が満たされることを特徴とする。

【0100】請求項64に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にアンダーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0101】請求項65に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0102】請求項66に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする。

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (46)$$

を満たすことを特徴とする。

折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (41)$$

折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (42)$$

界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする。

10 【0094】請求項58に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $P_{in}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (43)$$

に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0098】請求項62に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0099】請求項63に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) から  $NAL$  (mm) の範囲に形成されるものとする。

30 30 【0103】請求項67に記載の対物レンズは、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

40 40 【0104】請求項68に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $P_{in}$  が

50 50 【0105】請求項69に記載の対物レンズは、前記外

側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0106】請求項70に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0107】請求項71に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (47)$$

が満たされることを特徴とする。

【0109】請求項73に記載の対物レンズは、前記第

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする。

【0110】請求項74に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率  $m_2$  が、 $m_2 = m_1$  であることを特徴とする。

【0111】請求項75に記載の対物レンズは、互いに波長が異なる第1光源及び第2光源と、前記第1及び第2光源から出射された発散光束が対物レンズに入射され、光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための前記対物レンズを含む集光光学系とを用いて、透明基板の厚さが  $t_1$  である第1の光情報記録媒体に対して情報の

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.002 \text{ rms}/^\circ\text{C}$$

【0112】請求項75に記載の対物レンズは、前記周辺側の領域に上記(49)式を満足する回折構造を設けることで、その対物レンズを光ピックアップ装置に配置して波長が異なるそれぞれの光源からの発散光束を対物レンズに入射させた状態でも、2つの光情報記憶媒体に対して情報の記録又は再生を適切に行うことができ、対物レンズに入射させる平行光束を形成するためのコリメ

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.0005 \text{ rms}/^\circ\text{C}$$

【0114】請求項77に記載の対物レンズは、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帯であり、前記第1光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (51)$$

を満たすことを特徴とする。

【0115】請求項78に記載の対物レンズは、前記回

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (52)$$

を満たすことを特徴とする。

【0116】請求項79に記載の対物レンズは、前記回

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (53)$$

を満たすことを特徴とする。

【0117】請求項80に記載の対物レンズは、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域

束にアンダーな球面収差を持たせ、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0108】請求項72に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$ とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) の範囲内に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (47)$$

の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率  $m_1$  が、

$$(48)$$

記録及び/又は再生を行うことが可能であるとともに、透明基板の厚さが  $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置の対物レンズであって、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化  $\delta T$  に対する球面収差の変化を  $\delta SA_1 / \delta T$ 、前記第1光源の波長を  $\lambda_1$  としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$(49)$$

一タレンズなどを省略でき、コスト低減を図ると共に、光ピックアップ装置の構成をコンパクト化できる。

【0113】請求項76に記載の対物レンズは、前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化  $\delta T$  に対する球面収差の変化を  $\delta SA_1 / \delta T$  が、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$(50)$$

が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (51)$$

折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (52)$$

折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (53)$$

域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

【0118】請求項81に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との境

界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする。

【0119】請求項82に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から出射された光束のうち、

$$3.00 \times 10^{-3} \leq \text{Pin} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (54)$$

を満たすことを特徴とする。

【0120】請求項83に記載の対物レンズは、前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0121】請求項84に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の球面収差を不連続としフレア成分と共に、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0122】請求項85に記載の対物レンズは、前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ )

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (55)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (56)$$

が満たされることを特徴とする。

【0125】請求項88に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0126】請求項89に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0127】請求項90に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする。

$$3.00 \times 10^{-3} \leq \text{Pin} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (57)$$

を満たすことを特徴とする。

【0130】請求項93に記載の対物レンズは、前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0131】請求項94に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t_1$  に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0132】請求項95に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、そこを通過する光束

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (58)$$

が満たされることを特徴とする。

前記第2光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $\text{Pin}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq \text{Pin} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (54)$$

に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0123】請求項86に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0124】請求項87に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) から  $NAL$  (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (55)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (56)$$

【0128】請求項91に記載の対物レンズは、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

【0129】請求項92に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から出射された光束のうち、前記第2光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $\text{Pin}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq \text{Pin} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (57)$$

に対して球面収差を補正する機能を有し、前記外側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束をフレア成分とする機能を有することを特徴とする。

【0133】請求項96に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) の範囲内に形成されるものとすると、

50 【0134】請求項97に記載の対物レンズは、前記第

1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う  
 $-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$

を満たすことを特徴とする。

【0135】請求項98に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率 $m_2$ が、 $m_2 = m_1$ であることを特徴とする。

【0136】請求項99に記載の対物レンズは、光源と、前記光源から出射された発散光束が対物レンズに入射され、光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための前記対物レンズを含む集光光学系とを有し、透明基板の厚さが $t_1$ である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さが $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置の対物レンズであって、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内に、前記対物レンズの光軸から周辺に向かって少なくとも2種類の領域を備え、前記有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta SA_1 / \delta T$ 、前記光源の波長を $\lambda$ としたとき、下記条件式を満たすと共に、

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.002 \lambda \text{ rms}/\text{°C}$$

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda \text{ rms}/\text{°C}$$

【0139】請求項101に記載の対物レンズは、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帯であり、前記光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (61)$$

を満たすことを特徴とする。

【0140】請求項102に記載の対物レンズは、前記

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (62)$$

を満たすことを特徴とする。

【0141】請求項103に記載の対物レンズは、前記

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (63)$$

を満たすことを特徴とする。

【0142】請求項104に記載の対物レンズは、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

【0143】請求項105に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-2} \quad (64)$$

を満たすことを特徴とする。

【0145】請求項107に記載の対物レンズは、前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対し

際における前記対物レンズの結像倍率 $m_1$ が、

$$(59)$$

前記周辺側の領域よりも内側の領域は、前記第2の光情報記録媒体に対する情報の記録又は再生用に球面収差を補正するよう設計されていることを特徴とする。

【0137】請求項99に記載の対物レンズは、前記周辺側の領域の回折構造によって、前記第1の光情報記録媒体に対する情報の記録又は再生時に、温度変化に対する球面収差の変化 $\delta SA_1 / \delta T$ を補正し、一方、前記

10 周辺側の領域よりも内側の領域で、前記第2の光情報記録媒体に対する情報の記録又は再生時に球面収差を補正するので、前記対物レンズを光ピックアップ装置に配置して光源からの発散光束を対物レンズに入射させた状態でも、双方の光情報記憶媒体に対して情報の記録又は再生を適切に行うことができ、対物レンズに入射させる平行光束を形成するためのコリメータレンズなどを省略でき、コスト低減を図れると共に、光ピックアップ装置の構成をコンパクト化できる。

【0138】請求項100に記載の対物レンズは、前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 $\delta T$ に対する球面収差の変化を $\delta SA_1 / \delta T$ が、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$(60)$$

前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を $n$ 次光とし、前記対物レンズの焦点距離を $f$ としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (61)$$

回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (62)$$

回折輪帯の平均ピッチ $P_{out}$ が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (63)$$

境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする。

【0144】請求項106に記載の対物レンズは、前記40 光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を $n$ 次光とし、前記対物レンズの焦点距離を $f$ としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ $P_{in}$ が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-2} \quad (64)$$

て情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0146】請求項108に記載の対物レンズは、前記

第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の球面収差を不連続としフレア成分とともに、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0147】請求項109に記載の対物レンズは、前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0148】請求項110に記載の対物レンズは、前記

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (65)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (66)$$

が満たされることを特徴とする。

【0150】請求項112に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にアンダーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0151】請求項113に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0152】請求項114に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする。

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (67)$$

を満たすことを特徴とする。

【0155】請求項117に記載の対物レンズは、前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0156】請求項118に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0157】請求項119に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (68)$$

が満たされることを特徴とする。

【0159】請求項121に記載の対物レンズは、前記

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする。

【0160】請求項122に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率  $m_2$  が、 $m_2 = m_1$  であることを特徴とする。

【0161】請求項123に記載の対物レンズは、互いに波長が異なる第1光源及び第2光源と、前記第1及び

第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0149】請求項111に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) から  $NAL$  (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (65)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (66)$$

【0153】請求項115に記載の対物レンズは、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

【0154】請求項116に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $Pin$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (67)$$

して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にアンダーな球面収差を持たせ、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0158】請求項120に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) の範囲内に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (68)$$

第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率  $m_1$  が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

第2光源から出射された発散光束が対物レンズに入射され、光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための前記対物レンズを含む集光光学系とを有し、前記第1光源と前記集光光学系とを用いて、透明基板の厚さが  $t_1$  である第1の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能であるとともに、前記第2光源と前記集光光学系とを用いて、透明基板の厚さが  $t$

$t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置の対物レンズであって、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内に、前記対物レンズの光軸から周辺に向かって少なくとも2種類の領域を備え、前記有効径

$$|\delta SA1/\delta T| \leq 0.002 \lambda_{rms}/^\circ C$$

前記周辺側の領域よりも内側の領域は、前記第2の光情報記録媒体に対する情報の記録又は再生用に球面収差を補正するよう設計されていることを特徴とする。

【0162】請求項123に記載の対物レンズは、前記周辺側の領域の回折構造によって、前記第1の光情報記録媒体に対する情報の記録又は再生時に、温度変化に対する球面収差の変化  $\delta SA1/\delta T$  を補正し、一方、前記周辺側の領域よりも内側の領域で、前記第2の光情報記録媒体に対する情報の記録又は再生時に球面収差を補正するので、前記対物レンズを光ピックアップ装置に配置して、それぞれ異なる光源波長の発散光束をそれぞれ

$$|\delta SA1/\delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms}/^\circ C$$

【0164】請求項125に記載の対物レンズは、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帯であり、前記第1光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out}/(|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (72)$$

を満たすことを特徴とする。

【0165】請求項126に記載の対物レンズは、前記

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out}/(|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (73)$$

を満たすことを特徴とする。

【0166】請求項127に記載の対物レンズは、前記

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out}/(|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (74)$$

を満たすことを特徴とする。

【0167】請求項128に記載の対物レンズは、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

【0168】請求項129に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in}/(|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-2} \quad (75)$$

を満たすことを特徴とする。

【0170】請求項131に記載の対物レンズは、前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0171】請求項132に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記外側の光学面領域を通過する光束の球面収差に対して、前記中間の光学面領域を通過する光束の

内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化  $\delta T$  に対する球面収差の変化を  $\delta SA1/\delta T$ 、前記第1光源の波長を  $\lambda$  としたとき、下記条件式を満たすと共に、

$$(70)$$

対物レンズに入射させた状態でも、双方の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を適切に行うことがで

10 き、対物レンズに入射させる平行光束を形成するためのコリメータレンズなどを省略でき、コスト低減を図ると共に、光ピックアップ装置の構成をコンパクト化できる。

【0163】請求項124に記載の対物レンズは、前記第1光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化  $\delta T$  に対する球面収差の変化を  $\delta SA1/\delta T$  が、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$(71)$$

が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out}/(|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (72)$$

回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out}/(|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (73)$$

回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out}/(|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (74)$$

境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする。

【0169】請求項130に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から出射された光束のうち、前記第2光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $P_{in}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in}/(|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-2} \quad (75)$$

球面収差を不連続としたフレア成分とすると共に、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0172】請求項133に記載の対物レンズは、前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

50 【0173】請求項134に記載の対物レンズは、前記

第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (76)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (77)$$

が満たされることを特徴とする。

【0175】請求項136に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0176】請求項137に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0177】請求項138に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする。

$$3.00 \times 10^{-3} \leq Pin / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (78)$$

を満たすことを特徴とする。

【0180】請求項141に記載の対物レンズは、前記外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0181】請求項142に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t_1$  に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0182】請求項143に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、そこを通過する光

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (80)$$

が満たされることを特徴とする。

【0184】請求項145に記載の対物レンズは、前記

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする。

【0185】請求項146に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率  $m_2$  が、 $m_2 = m_1$  であることを特徴とする。

【0186】請求項147に記載の対物レンズは、光源と、前記光源から出射された発散光束が対物レンズに入射され、光情報記録媒体の情報記録面に集光させるための前記対物レンズを含む集光光学系とを有し、透明基板の厚さが  $t_1$  である光情報記録媒体に対して情報の記録

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.002 \lambda_{rms} / ^\circ C \quad (82)$$

【0187】請求項147に記載の対物レンズは、前記周辺側の領域の回折構造によって、前記光情報記録媒体

【0174】請求項135に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) から  $NAL$  (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (76)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (77)$$

【0178】請求項139に記載の対物レンズは、前記10対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

【0179】請求項140に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記第2光源から出射された光束のうち、前記第2光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光20を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $Pin$  が

束に対して球面収差を補正する機能を有し、前記外側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束をフレア成分とする機能を有することを特徴とする。

【0183】請求項144に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) の範囲内に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (80)$$

第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率  $m_1$  が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

及び／又は再生を行うことが可能な光ピックアップ装置の対物レンズであって、前記対物レンズはプラスチック40レンズであり、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、有効径内の少なくとも周辺側の領域に、回折構造を備え、前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化  $\delta T$  に対する球面収差の変化を  $\delta SA_1 / \delta T$ 、前記光源の波長を  $\lambda$  としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$|\delta SA_1 / \delta T| \leq 0.002 \lambda_{rms} / ^\circ C \quad (82)$$

に対する情報の記録又は再生時に、温度変化に対する球面収差の変化  $\delta SA_1 / \delta T$  を適切に補正するので、前

記対物レンズを光ピックアップ装置に配置して光源からの発散光束を対物レンズに入射させた状態でも、双方の光情報記憶媒体に対して情報の記録又は再生を適切に行うことができ、対物レンズに入射させる平行光束を形成するためのコリメータレンズなどを省略でき、コスト低減を図れると共に、光ピックアップ装置の構成をコンパ

$$|\delta S A 1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms}/^{\circ}C$$

【0189】請求項149に記載の対物レンズは、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造は回折輪帯であり、前記光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記周辺側の領域の回折構造を通過する光束が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (84)$$

を満たすことを特徴とする。

【0190】請求項150に記載の対物レンズは、前記

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (85)$$

を満たすことを特徴とする。

【0191】請求項151に記載の対物レンズは、前記

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (86)$$

を満たすことを特徴とする。

【0192】請求項152に記載の対物レンズは、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記3種類の光学面領域を光軸側から光軸側の光学面領域、中間の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

【0193】請求項153に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記外側の光学面領域との

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (87)$$

を満たすことを特徴とする。

【0195】請求項155に記載の対物レンズは、前記外側の光学面領域は、球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0196】請求項156に記載の対物レンズは、前記

$$(N A_2 - 0.03) f_2 \leq N A H \leq (N A_2 + 0.03) f_2 \quad (88)$$

$$(N A_2 - 0.20) f_2 \leq N A L \leq (N A_2 - 0.04) f_2 \quad (89)$$

が満たされることを特徴とする。

【0197】請求項157に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0198】請求項158に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域は、温度特性を補正する機能を有することを特徴とする。

【0199】請求項159に記載の対物レンズは、前記対物レンズの光学面は、光軸に直交する方向に並んだ2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類の光学面

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (90)$$

を満たすことを特徴とする。

【0201】請求項161に記載の対物レンズは、前記外側の光学面領域は、球面収差を補正する機能を有する

クト化できる。

【0188】請求項148に記載の対物レンズは、前記光源から出射された光束のうち、前記周辺側の領域の回折構造を通過した光束における、温度変化  $\delta T$  に対する球面収差の変化を  $\delta S A 1 / \delta T$  が、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$(83)$$

前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、

10 前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (84)$$

回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (85)$$

回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3} \quad (86)$$

境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする。

【0194】請求項154に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $P_{in}$  が

30 光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を  $N A_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離  $N A H$  (mm) から  $N A L$  (mm) の範囲に形成されるものとすると、

領域を光軸側から光軸側の光学面領域、外側の光学面領域としたとき、前記外側の光学面領域が前記周辺側の領域であることを特徴とする。

40 【0200】請求項160に記載の対物レンズは、前記光軸側の光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、前記光源から出射された光束のうち、前記光源側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、該回折構造によって発生する最大光量の回折光を  $n$  次光とし、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、その回折輪帯の平均ピッチ  $P_{in}$  が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 8.0 \times 10^{-2} \quad (90)$$

ことを特徴とする。

【0202】請求項162に記載の対物レンズは、前記光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際

に、必要開口数を  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$ とした場合に、前記光軸側の光学面領域が、光

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (91)$$

が満たされることを特徴とする。

【0203】請求項163に記載の対物レンズは、前記

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする。

【0204】請求項164に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に前記対物レンズの結像倍率  $m_2$  が、 $m_2 = 10$   $m_1$  であることを特徴とする。

【0205】請求項165に記載の光ピックアップ装置は、請求項51乃至164のいずれかに記載の対物レンズを用いたことを特徴とする。

【0206】請求項166に記載の対物レンズは、光源から出射された光を、光情報記録媒体の透明基板を介し

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.50 \times 10^{-3} \quad (93)$$

を満たすことを特徴とする。

【0207】ここで、例えば発散光束を入射される対物レンズの場合、(1)式に示す  $m$  が 0 ではなくなるので、温度変化に対する球面収差の変化量が大きくなってしまう。そこで、請求項166に記載の対物レンズのように、回折輪帯を設け、かつその平均ピッチ  $P_{out}$  を (93) 式を満たすようにすることで、温度変化に対する

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (94)$$

を満たすことを特徴とする。

【0209】請求項168に記載の対物レンズは、前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、中間の光学面領域に、その外側及び内側の少なくとも一方の光学面領域に対して、球面収差に関し不連続部分を設けたことを特徴とする。

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 6.0 \times 10^{-2} \quad (95)$$

を満たすことを特徴とする。

【0212】請求項171に記載の対物レンズは、前記対物レンズの少なくとも一方の面が2種類の光学面で形成される

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 6.0 \times 10^{-2} \quad (96)$$

を満たすことを特徴とする。

【0213】請求項172に記載の対物レンズは、プラスチック材料からなることを特徴とする。

【0214】請求項173に記載の対物レンズは、透明基板の厚さが  $t_1$  である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さが  $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して光束を出射する光源と、前記光源から出射された光束を、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対し

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.50 \times 10^{-3} \quad (97)$$

を満たすことを特徴とする。

【0215】上述したように、発散光束を入射される対

軸から、光軸からの最短距離  $NAH$  (mm) の範囲内に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (91)$$

第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に前記対物レンズの結像倍率  $m_1$  が、

$$(92)$$

て、その情報記録面に集光させることにより、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行うための対物レンズにおいて、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成した  $n$  次光を利用する回折部が形成されており、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (93)$$

る球面収差の変化を押さえ、発散光束を入射された場合でも、良好な特性を得ることができるので、コリメータレンズなどを省略可能であり、その場合はコンパクト化・低コスト化が図れる。

【0208】請求項167に記載の対物レンズは、前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が、

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (94)$$

【0210】請求項169に記載の対物レンズは、前記中間の光学面領域には、屈折部と回折部の少なくとも一方が形成されていることを特徴とする。

【0211】請求項170に記載の対物レンズは、前記30 中間の光学面領域を除いた光軸を含む光学面領域に、回折輪帯を形成した回折部が形成されており、その回折輪帯の平均ピッチ  $P_{in}$  が、

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (95)$$

成され、光軸を含む光学面領域に回折輪帯を形成した回折部が形成されており、その回折輪帯の平均ピッチ  $P_{in}$  が、

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{in} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (96)$$

て情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置の対物レンズにおいて、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成した  $n$  次光を利用する回折部が形成されており、前記対物レンズの焦点距離を  $f$  としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (97)$$

物レンズの場合、(1)式に示す  $m$  が 0 ではなくなるので、温度変化に対する球面収差の変化量が大きくなつて

しまう。そこで、請求項173に記載の対物レンズのように、回折輪帯を設け、かつその平均ピッチ  $P_{out}$  を(97)式を満たすようにすることで、温度変化に対する球面収差の変化を押さえ、発散光束を入射された場合でも、良好な特性を得ることができる。尚、請求項173に記載の対物レンズが用いられる光ピックアップ装置

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (98)$$

を満たすことを特徴とする。

【0217】請求項175に記載の対物レンズは、光源から前記対物レンズに発散光が入射する構成であること 10 を特徴とする。

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする。

【0219】請求項177に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に前記対物レンズの結像倍率  $m_2$  が、 $m_2 = m_1$  であることを特徴とする。

【0220】請求項178に記載の対物レンズは、前記最も外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録/又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0221】請求項179に記載の対物レンズは、前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、その中間の光学面領域を通過する光束に持たせた球面収差を、最も外側の光学面領域の球面収差に関して前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には不連続としてフレア成分とともに、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いること 30

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (100)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (101)$$

が満たされることを特徴とする。

【0225】請求項183に記載の対物レンズは、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、同一光源波長にかかる光束が用いられ、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にアンダーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0226】請求項184に記載の対物レンズは、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、異なる光源波長にかかる光束が用いられ、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0227】請求項185に記載の対物レンズは、前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正す

は、複数の種類の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行えるものであり、それ故発散光束を用いてコリメータレンズを省略可能であり、その場合は装置のコンパクト化・低コスト化が図れるので好ましい。

【0216】請求項174に記載の対物レンズは、前記回折輪帯の平均ピッチ  $P_{out}$  が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (98)$$

【0218】請求項176に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に前記対物レンズの結像倍率  $m_1$  が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5 \quad (99)$$

を特徴とする。

【0222】請求項180に記載の対物レンズは、前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0223】請求項181に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に光軸を含む光学面領域と最も外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に光軸を含む光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0224】請求項182に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数  $NA_2$  及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記中間の光学面領域が光軸からの距離  $NAH$  (mm) から  $NAL$  (mm) の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (100)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (101)$$

る機能を有することを特徴とする。

【0228】請求項186に記載の対物レンズは、前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性を補正する機能を有することを特徴とする。

【0229】請求項187に記載の対物レンズは、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、同一光源波長にかかる光束が用いられ、少なくとも一方の面が2種類以上の光学面で構成され、前記光軸を含む光学面領域は、透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0230】請求項188に記載の対物レンズは、前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にアンダーな球面収差を持たせ、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にオーバーな球面収差を持たせるこ

とを特徴とする。

【0231】請求項189に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数NA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (102)$$

が満たされることを特徴とする。

【0232】請求項190に記載の対物レンズは、透明基板の厚さがt<sub>1</sub>である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さがt<sub>2</sub>(t<sub>1</sub><t<sub>2</sub>)である第2の光情報記録媒体に対して光束を出射する光源と、前記光源から出射された光束を、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.50 \times 10^{-3} \quad (103)$$

を満たすことを特徴とする。

【0233】請求項191に記載の光ピックアップ装置

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (104)$$

を満たすことを特徴とする。

【0234】請求項192に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズに発散光が入射する構成であることを特徴とする。

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする。

【0236】請求項194に記載の光ピックアップ装置は、前記光源と、前記対物レンズもしくは前記光情報記録媒体の情報記録面との距離を調整する距離調整手段を有することを特徴とする。

【0237】請求項195に記載の光ピックアップ装置は、前記距離調整手段は、前記光源の室温における波長に応じて、前記距離を調整することを特徴とする。

【0238】請求項196に記載の光ピックアップ装置は、雰囲気温度を調整する温度調整手段を有することを特徴とする。

【0239】請求項197に記載の光ピックアップ装置は、前記光源が半導体レーザであり、前記温度調整手段は、前記半導体レーザの温度を調整することを特徴とする。

【0240】請求項198に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズは、前記結像倍率を実質的に一定とする状態で、フォーカシング駆動されることを特徴とする。

【0241】請求項199に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率m<sub>2</sub>が、m<sub>2</sub>=m<sub>1</sub>であることを特徴とする。

【0242】請求項200に記載の光ピックアップ装置は、前記最も外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録/又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記透明基板の厚さtに対し球面収差を補正した領域が光軸からの距離NAH(m)の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (102)$$

において、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成したn次光を利用する回折部が形成されており、前記対物レンズの焦点距離をfとしたときに、前記回折輪帯の平均ピッチP<sub>out</sub>が

10 10  $2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.50 \times 10^{-3} \quad (103)$   
は、前記回折輪帯の平均ピッチP<sub>out</sub>が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3} \quad (104)$$

【0235】請求項193に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率m<sub>1</sub>が、  
(105)

【0243】請求項201に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、その中間の光学面領域を通過する光束を持たせた球面収差を、最も外側の光学面領域の球面収差に関して前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には不連続としてフレア成分とすると共に、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0244】請求項202に記載の光ピックアップ装置は、前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さt(t<sub>1</sub><t<t<sub>2</sub>)に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0245】請求項203に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に光軸を含む光学面領域と最も外側の光学面領域とを通過する光束を用い、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、主に光軸を含む光学面領域と前記中間の光学面領域を通過する光束を用いることを特徴とする。

【0246】請求項204に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数NA<sub>2</sub>、及び前記対物レンズの焦点距離をf<sub>2</sub>とした場合に、前記中間の光学面領域が光軸からの距離NAH(mm)からNAL(mm)の範囲に形成されるものとすると、

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (106)$$

$$(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \quad (107)$$

が満たされることを特徴とする。

【0247】請求項205に記載の光ピックアップ装置は、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、同一光源波長にかかる光束が用いられ、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にアンダーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0248】請求項206に記載の光ピックアップ装置は、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、異なる光源波長にかかる光束が用いられ、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0249】請求項207に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0250】請求項208に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に温度特性

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \quad (107)$$

が満たされることを特徴とする。

【0254】請求項212に記載の光ピックアップ装置は、前記最も外側の光学面領域を通過した光束における

$$|\delta S A 1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda 1 \text{ rms} / ^\circ C \quad (108)$$

【0255】請求項213に記載の対物レンズは、透明基板の厚さが  $t_1$  である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さが  $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して光束を出射する光源と、前記光源から出射された光束を、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置の対物レンズにおいて、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成することで、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行うよ

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする。

【0258】請求項215に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率  $m_2$  が、 $m_2 =$

を補正する機能を有することを特徴とする。

【0251】請求項209に記載の光ピックアップ装置は、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、同一光源波長にかかる光束が用いられ、少なくとも一方の面が2種類以上の光学面で構成され、前記光軸を含む光学面領域は、前記透明基板の厚さ  $t$  ( $t_1 < t < t_2$ ) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

【0252】請求項210に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸を含む光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にアンダーな球面収差を持たせ、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする。

【0253】請求項211に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数  $NA_2$ 、及び前記対物レンズの焦点距離を  $f_2$  とした場合に、前記中間の光学面領域が光軸からの距離  $NAH$  (mm) の範囲内に形成されるものとすると、

る、温度変化に対する球面収差の変化は、光源波長を  $\lambda$  1としたときに、以下の範囲内にあることを特徴とする。

【0255】請求項213に記載の対物レンズによれば、前記回折輪帯を用いることで、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行いうようになっており、外側の光学面領域より内側の領域を通過する光束に対して、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の球面収差の設計が行われることを特徴とする。

【0256】請求項213に記載の対物レンズによれば、前記回折輪帯を用いることで、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行いうようになっており、外側の光学面領域より内側の領域を通過する光束に対して、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の球面収差の設計が行われるようになっているので、温度特性の補正と球面収差の設計とをバランスよく行うことができる。

【0257】請求項214に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率  $m_1$  が、

$$(109)$$

$m_1$  であることを特徴とする。

【0259】請求項216に記載の対物レンズは、前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前

記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の光学面領域の内側に、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う光束に対して球面収差の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする。

【0260】請求項217に記載の対物レンズは、前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の光学面領域の内側に、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う光束に対して球面収差の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする。

【0261】請求項218に記載の対物レンズは、透明基板の厚さが $t_1$ である第1の光情報記録媒体に対して光束を出射する波長 $\lambda_1$ の第1の光源と、透明基板の厚さが $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して光束を出射する波長 $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) である第2の光源と、前記第1及び前記第2の光源から出射された光束を、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体の透明基

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7. \quad 5$$

を満たすことを特徴とする。

【0263】請求項220に記載の対物レンズは、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率 $m_2$ が、 $m_2 = m_1$ であることを特徴とする。

【0264】請求項221に記載の対物レンズは、前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、中間の光学面領域で波長 $\lambda_2$ の前記第2の光源使用時にのみ利用する光学面領域を形成し、その中間の光学面領域の内側に波長 $\lambda_1$ の前記第1の光源からの光束に対して球面収差の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする。

【0265】請求項222に記載の対物レンズは、前記

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (1 \cdot n) \cdot f \leq 3.50 \times 10^{-3} \quad (110)$$

を満たすことを特徴とする。

【0268】請求項225に記載の対物レンズは、前記最も外側の光学面領域と、それに隣接する前記中間の光学面領域とを通過した光束における球面収差は不連続であることを特徴とする。

【0269】請求項226に記載の対物レンズは、前記中間の光学面領域には、回折部と屈折部の少なくとも一方が配置されていることを特徴とする。

【0270】請求項227に記載の対物レンズは、プラスチック材料からなることを特徴とする。

【0271】請求項228に記載の光ピックアップ装置は、透明基板の厚さが $t_1$ である第1の光情報記録媒体と、透明基板の厚さが $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録媒体に対して光束を出射する光源と、前記光源から出射された光束を、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対

板を介して情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置の対物レンズにおいて、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帶を形成することで、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行うようになっており、一方、外側の光学面領域より内側の領域を通過する光束に対して、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の球面収差設計を行ったことを特徴とする。

【0262】請求項219に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率 $m_1$ が、

$$(110)$$

対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、中間の光学面領域で波長 $\lambda_2$ の前記第2の光源使用時にのみ利用する光学面領域を形成し、その中間の光学面領域の内側に波長 $\lambda_1$ の前記第1の光源からの光束に対して温度特性の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする。

【0266】請求項223に記載の対物レンズは、前記第2の光源からの光束専用の光学面領域と最も外側の光学面領域とは、隣接していることを特徴とする。

【0267】請求項224に記載の対物レンズは、前記対物レンズの焦点距離を $f$ としたときに、 $n$ 次光を利用する前記回折輪帶の平均ピッチ $P_{out}$ が、

$$40 \cdot f \leq 3.50 \times 10^{-3} \quad (111)$$

物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置において、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、前記対物レンズの光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帶を形成することで、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行うようになっており、一方、外側の光学面領域より内側の領域を通過する光束に対して、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の球面収差の設計が行われることを特徴とする。

【0272】請求項229に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は

再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率 $m_1$   
 $-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$

を満たすことを特徴とする。

【0273】請求項230に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率 $m_2$ が、 $m_2 = m_1$ であることを特徴とする。

【0274】請求項231に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の光学面領域の内側に、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う光束に対して球面収差の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする。

【0275】請求項232に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の光学面領域の内側に、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う光束に対して温度特性の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする。

【0276】請求項233に記載の光ピックアップ装置は、透明基板の厚さが $t_1$ である第1の光情報記録媒体に対して光束を出射する波長 $\lambda_1$ の第1の光源と、透明基板の厚さが $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) である第2の光情報記録

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする。

【0278】請求項235に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率 $m_2$ が、 $m_2 = m_1$ であることを特徴とする。

【0279】請求項236に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、波長 $\lambda_2$ の前記第2の光源からの光束用の光学面領域の内側に、波長 $\lambda_1$ の前記第1の光源からの光束に対して球面収差の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする。

【0280】請求項237に記載の光ピックアップ装置

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.50 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする。

【0283】請求項240に記載の光ピックアップ装置は、前記最も外方の光学面領域と、前記第2の光源からの光束用の光学面領域における球面収差は不連続であることを特徴とする。

【0284】請求項241に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光源からの光束専用の光学面領域には、

$$|\delta S A 1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda_1 \text{ r.m.s. / } ^\circ\text{C}$$

【0286】請求項243に記載の光ピックアップ装置

は、前記対物レンズが、プラスチック材料からなること

が、

(112)

媒体に対して光束を出射する波長 $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) である第2の光源と、前記第1及び前記第2の光源から出射された光束を、前記第1及び前記第2の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置において、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、前記対物レンズの光軸直角方向において最も外側の光学面領域、もしくは最も外側の光学面領域を通過した光束が通過する他方の面の領域には回折輪帯を形成することで、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行うようになっており、一方、外側の光学面領域より内側の領域を通過する光束に対して、前記第2の光情報記録媒体の情報の記録又は再生用の球面収差の設計が行われることを特徴とする。

【0277】請求項234に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際ににおける前記対物レンズの結像倍率 $m_1$ が、

(113)

は、前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸に直交する方向に並んだ3種類以上の光学面領域で構成され、波長 $\lambda_2$ の前記第2の光源からの光束用の光学面

領域の内側に、波長 $\lambda_1$ の前記第1の光源からの光束に対して温度特性の補正を行う光学面領域が配置されていることを特徴とする。

【0281】請求項238に記載の光ピックアップ装置は、前記第2光源からの光束用の光学面領域と最も外側の光学面領域とは、隣接していることを特徴とする。

【0282】請求項239に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの焦点距離を $f$ としたときに、 $n$ 次光を利用する前記回折輪帶の平均ピッチ $P_{out}$ が

$$|n| \cdot f \leq 3.50 \times 10^{-3}$$

回折部と屈折部の少なくとも一方が配置されていることを特徴とする。

【0285】請求項242に記載の光ピックアップ装置は、前記最も外側の光学面領域を通過した光束における、温度変化に対する球面収差の変化は、室温における光源波長を $\lambda_1$ としたときに、以下の範囲内にあることを特徴とする。

$$|\delta S A 1 / \delta T| \leq 0.0005 \lambda_1 \text{ r.m.s. / } ^\circ\text{C}$$

を特徴とする。

【0287】請求項244に記載の対物レンズは、前記

回折次数nが $|n|=1$ であることを特徴とする。

【0288】請求項245に記載の光ピックアップ装置は、前記回折次数nが $|n|=1$ であることを特徴とする。

【0289】本明細書中、「光学面領域」について、球面収差で表した時、(a) hを境にして不連続である場合(図1(a))、(b) hで連続であるが、1次微分が不連続である場合(図1(b))、(c)ある波長において、hで不連続である場合(図1(c))、のいずれかが該当すると、hを境にして異なる光学面領域が存在するものとする。

【0290】又、上記条件で分割される各光束が通過する領域を、それぞれ1つの「光学面領域」と見なす。そのため、レンズの1つの面に着目した時、屈折部分と回折部分とが存在する場合には、屈折部分と回折部分との境界部を境にして別々の「光学面領域」とする(図2(a)及び(c)参照)。更に、回折部分が全面にわたって形成されていても、異なる目的で設計された回折部分の混在である場合にも、上記(c)の条件から、別々の光学面領域と見なすものとする(図2(b)参照)。又、例えばレンズの片方の面に同一の非球面係数で表された非球面が形成されていても、もう一方の面に不連続となる部分を形成した場合にも、別々の光学面領域と見なすものとする。

【0291】又、本明細書中、「周辺側の領域」とは、上記「光学面領域」の一つの光学面領域であり、複数の光学面領域のうち光軸を含む光学面領域よりも周辺側の光学面領域を指す。又、「周辺側の領域」は、対物レンズの像側(光情報記録媒体側)の開口数との関係では、以下の領域(a)～(f)のいずれかの領域において、その領域中の一部に存在する領域である。以下の領域(a)～(f)のいずれかの領域において、その領域中、80%以上が「周辺側の領域」に相当することが好ましく、100%であることが好ましい。次に、各領域(a)～(f)について説明する。

【0292】一般に、現在普及している光ディスクについては使用波長と光ディスクに入射する光束の開口数を規定した規格書が発行されている。光ディスクの評価は、規格書に基づいた波長の光源と開口数をもった集光光学系を有する光ピックアップ装置を搭載した光ディスク評価機により行われる。しかしながら、実際の光ディスク装置に搭載されている光ピックアップ装置の光源波長は必ずしも上記規格書どおりとは限らない。

【0293】一例として、CDの測定のための光ピックアップ装置についての規定は、波長が780±10nmであり、開口数0.45±0.01とされている。

【0294】しかしながら、実際のCDプレーヤーに搭載されている光ピックアップ装置においては、波長をとってもレーザの寿命、コスト等により、常温で発振波長が790nmより長い半導体レーザを光源として使

用したりしている。一方、開口数に関しても、誤差の影響を回避するためにNA0.43としたり、基本性能を向上するためにNA0.47としたりしている場合もある。

【0295】また、DVDの再生とCDの再生の機能をあわせ持つDVDプレーヤーに搭載されている光ピックアップ装置においては、DVDの再生には、波長が650nmの光源を使用しているが、CDの再生も同じ光源を使用している。このような場合、収差のない集光光学系の結像スポットの直径が、波長に比例し、光ディスクに入射する光束の開口数に反比例することから、780nmでNA0.45と同じ直径の結像スポットを650nmで得るためのNAが0.375となることから、開口数としては0.38前後の値が使用される。このように光ディスクの規格とは異なった光ピックアップ装置が実用化されている背景としては、開発当初より市場ニーズが変化し、また周辺技術が進歩した結果と考えられる。

【0296】現在DVDとCDの互換装置には、以下の20種類が存在する。

(1) 波長約655nmの光源だけを持つ光ピックアップ装置を使用したDVDの再生、CD、CD-ROMのいずれかを再生する光ディスク装置。

(2) 波長約655nmの第1の光源と波長約785nmの第2の光源の二つの光源を持つ光ピックアップ装置でDVDの再生、CD、CD-ROMのいずれかおよびCD-R、CD-RWのいずれかを再生する光ディスク装置。

(3) 波長約655nmの第1の光源と波長約785nmの第2の光源の二つの光源を持つ光ピックアップ装置でDVDの再生、CD、CD-ROMのいずれかの再生及びCD-R、CD-RWのいずれかの記録再生を行う光ディスク装置。

(4) 波長約655nm光源だけを持つ光ピックアップ装置を使用したDVD再生かつDVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW、DVD-R、MMVFのいずれかを記録再生し、CD、CD-ROMのいずれかを再生する光ディスク装置。

(5) 波長約655nmの第1の光源と波長約785nmの第2の光源の二つの光源を持つ光ピックアップ装置でDVD再生かつDVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW、DVD-R、MMVFのいずれかを記録再生し、CD、CD-ROMのいずれかおよびCD-R、CD-RWのいずれかを再生する光ディスク装置。

(6) 波長約655nmの第1の光源と波長約785nmの第2の光源の二つの光源を持つ光ピックアップ装置でDVD再生かつDVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW、DVD-R、MMVFのいずれかを記録再生し、CD、CD-ROMのいずれかの再生およびCD-R、CD-RWのいずれかの記録再生を行う光ディスク

装置。

【0297】それぞれの光ディスク装置において、各種ディスクの記録、再生に必要な開口数が異なるため、本発明でいう周辺側の領域も異なってくる。そのため光ディスク装置の種類に従って、ここでは下記のように周辺側の領域を定める。

(a) 上記(1)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の最大開口数(通常0.6ないし0.63)から、開口数が0.38となる領域。

(b) 上記(2)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の開口数(通常0.6ないし0.63)から、第2の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の開口数が0.45となる領域。

(c) 上記(3)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の最大開口数(通常0.6ないし0.63)から、第2の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の開口数が0.50となる領域。

(d) 上記(4)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の最大開口数(通常0.6ないし0.65)から、開口数が0.38となる領域。

(e) 上記(5)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の最大開口数(通常0.6ないし0.65)から、第2の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の開口数が0.45となる領域。

(f) 上記(6)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の最大開口数(通常0.6ないし0.65)から、第2の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の開口数が0.50となる領域。

【0298】又、「周辺側の領域」に設けられた回折構造(回折部分)は、対物レンズの光源側の面に設けられても良く、又、光情報記録媒体側の面に設けられていても良く、さらにまた、それらの両面に設けられていても良く、その周辺側の領域を通過した所定の光束に対して温度特性を補正する機能を少なくとも備えるものである。

【0299】尚、「最も外側の光学面領域」又は「最外周光学面領域」とは、有効径内で最も外側の光学面領域であることを指し、そこに回折構造が設けられていることが最も好ましいが、必要開口数が相対的に大きい光情報記録媒体(例えばCDと比較し場合のDVD)に対して適したスポット径や光強度が得られ、本発明の技術思想及び効果を逸脱しない範囲で、有効径内の最も外側の光学面領域内に、回折構造がない屈折部分を一部に設けることは、本発明に影響を与えるものではない。一方、

有効径の最も外側の光学面領域に、光情報記録媒体の記録又は再生に実質上影響のない光学面領域を設けることは、本発明の影響を与えるものではなく、たとえそのような光学面領域が有効径内に存在していたとしても、その光学面領域は無視し、ないものとして考えるべきである。

【0300】更に、「温度特性を補正する」とは、温度変化により光源波長変化及び対物レンズ屈折率変化が生じても、温度変化に対する球面収差の変化(SA1/δT)が、 $| \delta S A 1 / \delta T | \leq 0.002 \lambda_{rms} / ^\circ C$ (ここで、 $\lambda$ は光源波長)を満たしていることを指す。

【0301】又、「平均のピッチ」とは、(光軸を含む断面形状で見たときの光軸と垂直な方向での回折輪帶の形成された領域の幅) ÷ (回折輪帶の本数)とする。更に、「球面収差を補正」するとは、回折限界性能以下に補正することをいい、波面収差を求めたとき、 $0.07 \lambda_{rms}$ 以下(ここで、 $\lambda$ は光源波長)を満たしていることを指す。又、「m2=m1」とは、前記第1光情報記録媒体と前記第2光情報記録媒体とで、同一のセンサーサイズで各光情報記録媒体の記録/再生が可能である程度の倍率関係のことをいう。より好ましくは、1つのセンサーで両光情報記録媒体の記録/再生が許容できる程度の倍率関係である。

【0302】「アンダーな球面収差もしくは/オーバーな球面収差」については、図3に示すように、近軸像点位置を原点とする球面収差において、近軸像点よりも手前側で光軸と交わる場合を「アンダー」、近軸像点よりも遠い位置で光軸と交わる場合を「オーバー」とする。

【0303】本明細書中で用いる「回折面」、「回折部分」、「回折構造」又は「回折輪帶」とは、対物レンズの表面に、レリーフを設けて、回折によって光束を集めあるいは発散させる作用を持たせた部分のことをいう。レリーフの形状としては、例えば、図4(b)に示すように、対物レンズOLの表面に、光軸を中心とする略同心円状の輪帶として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帶は鋸歯のような形状が知られているが、そのような形状を含むものであり、そのような形状を特に「回折輪帶」という。

【0304】本明細書中において、対物レンズとは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズを指し、広義にはそのレンズと共に、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能なレンズ群を指すものとする。ここで、かかるレンズ群とは、少なくとも1枚以上(例えば2枚)のレンズを指すものである。従つて、本明細書中において、対物レンズの光情報記録媒体側(像側)の開口数NAとは、対物レンズの最も光情報記録媒体側に位置するレンズ面の開口数NAを指すもの

である。また、本明細書中では必要開口数NAは、それぞれの光情報記録媒体の規格で規定されている開口数、あるいはそれぞれの光情報記録媒体に対して、使用する光源の波長に応じ、情報の記録または再生をするために必要なスポット径を得ることができる回折限界性能の対物レンズの開口数を示す。

【0305】本明細書中において、第2の光情報記録媒体とは、例えば、CD-R, CD-RW, CD-Video, CD-ROM等の各種CD系の光ディスクをいい、第1の光情報記録媒体とは、DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW, DVD-Video等の各種DVD系の光ディスクを意味するものである。更に、本明細書中で透明基板の厚さ $t$ といった時は、 $t=0$ を含むものである。又、「DVD(CD)使用時」とは、「DVD(CD)に対して情報の記録又は再生を行う際」を意味するものである。

### 【0306】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して、本発明をさらに詳細に説明する。

(第1の実施の形態) 第1の実施の形態について説明する。図5は光ピックアップ装置の概略構成図である。図5に示す光ピックアップ装置100において、光源である半導体レーザ111からの光束は、光合波手段であるビームスプリッタ120を透過し、絞り17により所定開口数に絞られ、回折一体型対物レンズ160を介して、光情報記録媒体である高密度記録用光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220上にスポットを形成する。半導体レーザ光の波長(基準波長)は、650nmである。

【0307】情報記録面220で情報ビットにより変調された反射光束は、再び回折一体型対物レンズ160を介して収束光となり、更に絞り17を通過してビームスプリッタ120で反射され、シリンドリカルレンズ180を経て、非点収差と倍率変換がなされ、光検出器300の受光面に収束する。尚、図中の150は、フォーカス制御およびトラッキング制御のための距離調整手段としてのアクチュエータである。後述する実施の形態を含めて、アクチュエータ150は、対物レンズ160を、結像倍率が実質的に一定な状態でフォーカシング駆動すると好ましい。

【0308】尚、後述する実施の形態を含めて、アクチュエータ150により、対物レンズ160は、その光軸に垂直な方向にトラッキング駆動されることで光源である半導体レーザ111との相対位置が変化し、かかる場合対物レンズ160を出射した光束の波面収差の非点収差成分が最小となる位置は、対物レンズ160の光軸と半導体レーザ111の光束中心とがずれている位置であるため、非点収差が所定値より小さい範囲をより拡大させることが出来る。また、半導体レーザと光情報記録媒体の情報記録面との距離を、10mmより大きく40mmより小さくすると、光ピックアップ装置100をコン

パクトに出来るため好ましい。

【0309】更に、絞り17も実施例の対物レンズの仕様に合わせて、ディスク16側の開口数が所定の値となるように適宜設定した。本実施の形態において、絞り17の直前に液晶シャッタを設けることも出来る。尚、本実施の形態及び後述する別の実施の形態において、光源である半導体レーザの温度を検出する温度センサを設け、かかる温度センサからの出力信号を用いて、ペルチエ素子などを含む温度調整手段により半導体レーザの温度(又は雰囲気温度)を調整することも考えられる。

【0310】図6は、対物レンズ160の断面概略図である。対物レンズの光源側の面S1には、3つの光学面領域A1, A2, A3が形成されている。光軸Xからの高さ $h_1$ と $h_2$ との間の光学面領域A2は、非球面からなる屈折部分から形成され、その両隣の光学面領域A1, A3は回折部分から形成されている。

【0311】高さ $h_1$ よりも外側の光学面領域A1は、DVD使用時における球面収差補正と温度特性補正を主眼とするべく、最外周の回折部分の屈折パワーと回折パワーとのパワー配分を決定する。

【0312】ここで、CDを使用する場合には、透明基板厚さがDVDよりも厚いため、DVDの透明基板厚さ( $t_1=0.6\text{ mm}$ )で球面収差補正してある設計では、オーバーの球面収差が発生する。従って通常、このままでは記録/再生が不可能である。そこで、互換性を実現させるため、中間光学面領域A2に対してCDの記録/再生用の設計を行なう。具体的には、CD( $t_2=1.2\text{ mm}$ )において完全に球面収差をゼロにするではなく、 $t_1$ と $t_2$ との間のある厚さの基板(例 $t=0.9\text{ mm}$ )を仮想し、これに対して球面収差を補正するような設計とする。

【0313】また、光軸近傍光学面領域A3は、最外周領域A1と同様に回折部分が形成され、DVD使用時における球面収差補正と温度特性補正を主眼とするべく、回折部分の屈折パワーと回折パワーとのパワー配分を決定する。ここで、透明基板厚さの違いによる球面収差の発生は、NAの4乗に比例するが、逆に低NA領域では設計基板厚さからズレた場合にも球面収差の発生の度合いは少なくなる。従って、このDVD用の透明基板厚 $t_1$ に設計された光軸近傍領域A3と中間の光学面領域A2とを上手く設計することで、CD使用時でも、近軸像点からオーバー側のあるデフォーカス位置において、光軸を含む光学面領域A3と中間光学面領域A2とにより形成される光スポットが回折限界以下( $0.07\lambda\text{ r m s}$ 以下:ここで $\lambda$ は光源波長)とすることが可能である。

【0314】CD使用時においては、最外周領域A1を通過した光束はフレア成分となるだけであり、CDスポットに寄与するのは、中間光学面領域A2と光軸近傍光学面領域A3を通過した光束のみである。これらはま

ったくの無収差状態ではないが、実使用上特に好ましい球面収差量(0.04λrms程度)は実現可能である。また、DVD使用時においては、中間の光学面領域A2を通過した光束は、フレアー成分となるので、スポット形成には最外周領域A1と光軸近傍光学面領域A3とを通過した光束を利用する。そのため、DVD使用時における球面収差補正と温度補正とは保たれた状態のままである。

【0315】なお本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。中間の光学面領域A2を屈折部分で構成したが、同様の球面収差を有する回折部分で形成しても効果は同じである。更に、中間の光学面領域A2に回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。更にまた、光軸近傍光学面領域A3はDVD使用時において完全に無収差に設定する必要はなく、後述する第2の実施の形態に示すようにCDの残留収差を少なくしても良い。この場合には光軸に近い部分で球面収差を発生させてよい。

【0316】また、対物レンズの光学面を、厳密に3つの光学面領域で構成する必要はなく、それ以上の光学面領域で構成してもよい。その場合はCDの必要開口数NAの外側の光学面領域で、DVD使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも1つ存在し、CDの必要開口数NA内の少なくとも1つの領域でCDスポット形成用の光学面領域が少なくとも1つ存在し、且つ、光軸近傍の領域でDVD使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも1つ存在するようにしても良い。

【0317】(第2の実施の形態) 次に第2の実施の形態について説明する。本実施の形態は、DVDとCDとで異なる光源波長で使用するものであり、第1の実施の形態との重複箇所については説明を省略する。図7に示す本実施の形態にかかる光ピックアップ装置(2光源1検出器タイプ)においては、第1の光ディスク(DVD)再生用の第1光源である半導体レーザ111(設計波長λ1=650nm)と、第2の光ディスク(CD)再生用の第2光源である半導体レーザ112(設計波長λ1=780nm)とを有している。

【0318】まず第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111からビームを出射し、出射された光束は、両半導体レーザ111、112からの出射光の光合波手段であるビームスプリッタ190を透過し、更にビームスプリッタ120を透過し、絞り17によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0319】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り17を透過して、ビームスプリッタ120に入

射し、ここで反射してシリンドリカルレンズ180により非点収差が与えられ、光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0320】また、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出に基づいて距離調整手段としての2次元アクチュエータ150が第1の半導体レーザ111からの光束を第1の光ディスク200の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ160を移動させる。

【0321】第2の光ディスクを再生する場合、第2半導体レーザ112からビームを出射し、出射された光束は、光合波手段であるビームスプリッタ190で反射され、上記第1半導体111からの光束と同様、ビームスプリッタ120、絞り17、対物レンズ160を介して第2の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0322】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り17、ビームスプリッタ120、シリンドリカルレンズ180を介して、光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0323】また、第1の光ディスクの場合と同様、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させるようになっている。

【0324】対物レンズの断面概略図を図8に示す。対物レンズ160の光源側の面S1には、3つの光学面領域A1、A2、A3が形成されている。各々の光学面領域は回折部分で構成されているが、最外周光学面領域A1と光軸近傍光学面領域A3とは同じ設計思想の回折面であり、光軸からの高さh1とh2との間の中間光学面領域A2は両隣の回折部分とは異なる観点から設計された回折部分である。

【0325】最外周光学面領域A1と光軸近傍光学面領域A3は、DVD使用時における基板厚さ補正と温度特性補正を行なっている。ここでCD使用時には、光源波長がDVDに比べて長くなる分の色の球面収差として、前記回折部分を通過する光束にはアンダーの球面収差が発生する。ここでは、CDの再生/記録を可能とするために中間光学面領域A2の光学設計を、両隣の回折部分とは異なった球面収差を与えるようにしている。本実施の形態でもCD(t2=1.2mm)において完全に球面収差をゼロにするのではなく、厚さt1とt2との

間のある厚さの基板（例  $t = 0.9 \text{ mm}$ ）を仮想して、それに対して球面収差を補正するような設計とする。DVD使用時においては該当部分はアンダーの球面収差となるが、メインスポットからは遠いフレア一光となる。

【0326】一方、CD使用時においては、最外周領域部分A1を通過した光束は、フレア一成分となるだけであり、CDスポットに寄与するのは中間光学面領域A2と光軸近傍光学面領域A3を通過した光束のみである

（図8（b）参照）。これらはまったくの無収差状態ではないが、実使用上可能な球面収差量（ $0.04 \lambda \text{ r m s}$ 程度）は実現可能である。また、DVD使用時においては、中間の光学面領域A2を通過した光束はフレア一成分であり（図8（a）参照）、スポット形成には最外周領域A1と光軸近傍光学面領域A3とを利用する。そのため、DVD使用時における球面収差補正と温度補正とは保たれた状態のままでCDとの互換性が実現される。

【0327】なお本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。中間光学面領域A2を回折部分で構成したが、同様の球面収差を有する屈折部分で形成しても効果は同じである。更に、中間の光学面領域A2を回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。更にまた、光軸近傍光学面領域A3はDVD使用時において完全に無収差に設定する必要はなく、CDの残留収差を少なくしても良い。この場合には光軸に近い部分で球面収差を発生させてよい。

【0328】また、対物レンズの光学面を、厳密に3つの光学面領域で構成する必要はなく、それ以上の光学面領域で構成してもよい。その場合はCDの必要開口数NAの外側の光学面領域で、DVD使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも1つ存在し、CDの必要開口数NA内の少なくとも1つの領域でCDスポット形成用の光学面領域が少なくとも1つ存在し、且つ、光軸近傍の領域でDVD使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも1つ存在するようにしても良い。

【0329】（第3の実施の形態）次に第3の実施の形態について説明する。本実施の形態は、DVDとCDとで同じ光源波長で使用するものであり、上記の実施の形態との重複箇所については説明を省略する。光ピックアップ装置は、図5の構成と同じである。又、対物レンズの概略構成図を図9に示す。

【0330】対物レンズ160の光源側の面S1には、3つの光学面領域A1、A2、A3が形成されており、各々の光学面領域は異なった思想で光学設計されたものである。しかしながら、光束の利用という観点からは既に述べた実施の形態と同様に、DVD使用時においては最外側の光学面領域A1と最も内側の光学面領域A3を通る光束を用いて光スポットを記録面上に形成し、CD

使用時においては中間の光学面領域A2と最内側の光学面領域A3を通る光束を用いて光スポットを形成するものである。

【0331】光軸Xからの高さ  $h_1$  より外側の光学面領域A1の回折面は、やはり第1の実施の形態と同様にDVD使用時における基板厚と温度特性補正用に設計されており、CD使用時はオーバーのフレア一光となる。中間の光学面領域A2は、CD互換を可能にする目的で  $t_1$  と  $t_2$  との間のある厚さの基板（例  $t = 0.9 \text{ mm}$ ）を

10 仮想して、それに対して球面収差を補正するような設計としており、CD使用時においてはスポット光形成に利用し、DVD使用時においてはアンダーのフレア一光となる。内側の光学面領域A3では、基本的にはDVDの基板厚補正用に設計された屈折面であるが、CD使用時における残留収差を少なくするために光軸に近い部分で球面収差の形を工夫した。この領域もDVD/CDのメインスポット光を形成する際に利用していることは既に述べたとおりである。

【0332】なお本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。中間光学面領域A2を回折部分で構成したが、同様の球面収差を有する屈折部分で形成しても効果は同じである。更に、中間の光学面領域A2を回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。更にまた、光軸近傍光学面領域A3はDVD使用時において完全に無収差に設定する必要はなく、CDの残留収差を少なくしても良い。この場合には光軸に近い部分で球面収差を発生させてよい。

【0333】また、対物レンズの光学面を、厳密に3つの光学面領域で構成する必要はなく、それ以上の光学面領域で構成してもよい。その場合はCDの必要開口数NAの外側の光学面領域で、DVD使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも1つ存在し、CDの必要開口数NA内の少なくとも1つの領域でCDスポット形成用の光学面領域が少なくとも1つ存在し、且つ、光軸近傍の領域でDVD使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも1つ存在するようにしても良い。

【0334】（第4の実施の形態）次に第4の実施の形態について説明する。本実施の形態は、DVDとCDとで異なる光源波長で使用するものであり、光ピックアップ装置は図7の構成と同じである。対物レンズの断面概略図は図9に示すものと同じである。

【0335】対物レンズの光源側の面には、3つの光学面領域A1、A2、A3が形成されており、各々の光学面領域は異なった思想で光学設計されたものである。しかしながら、光束の利用という観点からは既に述べた実施の形態と同様に、DVD使用時においては外側と内側を通る光束を用いてスポット光を記録面上に形成し、CD

50 使用時においては中間と内側を通る光束を用いてス

ット光を形成するものである。

【0336】光軸Xからの高さ  $h_1$  より外側の光学面領域A 1 の回折面は、やはり第1の実施の形態と同様にDVD使用時における基板厚と温度特性補正用に設計されており、CD使用時はアンダーのフレア一光となる。中間の光学面領域A 2 は、CD互換を可能にする目的で  $t_1$  と  $t_2$  との間のある厚さの基板（例  $t = 0.9$  mm）を仮想して、それに対して球面収差を補正するような設計としており、CD使用時においてはスポット光形成に利用し、DVD使用時においてはオーバーのフレア一光を形成している。内側の光学面領域A 3 では、基本的にはDVDの基板厚補正用に設計された屈折面であるが、CD使用時における残留収差を少なくするために光軸に近い部分で球面収差の形を工夫した。この領域のCD使用時における球面収差の発生が第3の実施の形態とは逆のアンダー球面収差である。この領域もDVD/CDのメインスポット光を形成する際に利用していることは既に述べたとおりである。

【0337】なお本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。中間光学面領域A 2 を回折部分で構成したが、同様の球面収差を有する屈折部分で形成しても効果は同じである。更に、中間の光学面領域A 2 を回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。更にまた、光軸近傍光学面領域A 3 はDVD使用時において完全に無収差に設定する必要はなく、CDの残留収差を少なくしても良い。この場合には光軸に近い部分で球面収差を発生させてよい。

【0338】また、対物レンズの光学面を、厳密に3つの光学面領域で構成する必要はなく、それ以上の光学面領域で構成してもよい。その場合はCDの必要開口数N A の外側の光学面領域で、DVD使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも1つ存在し、CDの必要開口数N A 内の少なくとも1つの領域でCDスポット形成用の光学面領域が少なくとも1つ存在し、且つ、光軸近傍の領域でDVD使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも1つ存在するようにしても良い。

【0339】（第5の実施の形態）次に第5の実施の形態について説明する。本実施の形態は、DVDとCDと同じ光源波長で使用するものであり、光ピックアップ装置は図5の構成と同じである。対物レンズの断面概略図を図10に示す。

【0340】対物レンズ160の光源側の面S 1 には、2つの光学面領域A 1, A 2 が形成されており、各々の光学面領域は異なった思想で光学設計されたものである。光束の利用という観点からは、DVD使用時においては外側と内側を通る光束を用いてスポット光を記録面上に形成し、CD使用時においては内側を通る光束を用いて記録面上にスポット光を形成するものである。

【0341】光軸Xからの高さ  $h_1$  より外側の光学面領域A 1 の回折面は、やはり第1の実施の形態と同様にDVD使用時における基板厚と温度特性補正用に設計されており、CD使用時はオーバーのフレア一光となる。内側の光学面領域A 2 は、CD互換を可能にする目的で  $t_1$  と  $t_2$  との間のある厚さの基板（例  $t = 0.9$  mm）を仮想し、それに対して球面収差を補正するような設計としており、CD使用時においてはスポット光形成に利用し、DVD使用時においてはスポット光形成に寄与する

10 ように利用される。又、CD使用時における残留収差を少なくするために光軸に近い部分で球面収差の形を工夫した。この領域のCD使用時における球面収差の発生が第3の実施の形態とは逆のアンダー球面収差である。この領域もDVD/CDのメインスポット光を形成する際に利用していることは既に述べたとおりである。なお本発明は本実施の形態に限定されるものではない。内側の光学面領域A 2 を屈折部分で構成したが、同様の球面収差を有する回折部分で形成しても効果は同じである。更に、中間の光学面領域A 2 を回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。

【0342】（第6の実施の形態）次に、第6の実施の形態について説明する。本実施の形態は、DVDとCDとで異なる光源波長を使用するものであり、光ピックアップ装置は図7の構成と同じである。対物レンズの断面概略図を図15に示す。

【0343】対物レンズ160の光源側の面S 1 には、2つの光学面領域A 1, A 2 が形成されており、各々の光学面領域は異なった思想で光学設計されたものである。光束の利用という観点からは、DVD使用時においては、外側と内側を通る光束を用いてスポット光を情報記録面上に形成し、CD使用時においては、内側を通る光束を用いて情報記録面上にスポット光を形成するものである。

【0344】光軸Xからの高さ  $h_1$  より外側の光学面領域A 1 の回折面は、やはり第1の実施の形態と同様にDVD使用時における基板厚と温度特性補正用に設計されており、CD使用時はオーバーのフレア一光となる。中間の光学面領域A 2 は、CD互換を可能にする目的で、40 CD使用時には、光源波長がDVDに比べて長くなる分の色の球面収差を利用しつつ、 $t_1$  と  $t_2$  との間のある厚さの基板（例  $t = 0.9$  mm）を仮想し、それに対して球面収差を補正するような設計としており、CD使用時においてはスポット光形成に利用し、DVD使用時においてはスポット光形成に寄与するように利用される。従って、CD使用時においては、外側の光学面領域A 1 を通過した光束は、フレア一成分となるだけであり、CD用のスポット光の形成に寄与するのは、内側の光学面領域A 2 を通過した光束であり、又、DVD使用時においては、スポット光の形成に、外側の光学面領域A 1 を通

過した光束と内側の光学面領域A2を通過した光束を利用する。そのため、DVD使用時における球面収差補正と温度特性補正とは保たれた状態のままでCDとの互換性が実現される。

【0345】更に、現実の光ピックアップ装置としては、発光点と各ディスク表面までの間隔が一定となるものが多く、現実の結像倍率はDVDとCDとでは異なる可能性が高い。しかしながら、発明の本質からはその部分の厳密さは問わないので、以下に述べる実施例では、発光点とレンズ表面までの距離を、DVDとCDと同じにしている。

【0346】尚、本発明は本実施の形態に限定されるものではない。内側の光学面領域A2を回折部分で構成したが、同様の球面収差を有する屈折部分で形成しても効果は同じである。更に、内側の光学面領域A2を回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。

【0347】以下、上述した実施の形態の光ピックアップ装置に用いられると好適な対物レンズの実施例について説明する。

【0348】一般に回折面の回折輪帯ピッチは、位相差関数もしくは光路差関数を使って定義される。具体的には、位相差関数Φbは単位をラジアンとして以下の【数1】で表され、光路差関数ΦBは単位をmmとして【数2】で表される。

【数1】

$$\Phi_b = \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i} h^{2i}$$

$$Z = \frac{h^2/R_0}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) (h/R_0)^2}} + \sum_{i=1}^{\infty} A_i h^{pi}$$

ただし、Zは光軸方向の軸、hは光軸と垂直方向の軸（光軸からの高さ：光の進行方向を正とする）、R0は近軸曲率半径、κは円錐係数、Aは非球面係数、Pは非球面のべき数である。

【0352】尚、これ以降（表のレンズデータ含む）において、10のべき乗数（例えば $2.5 \times 10^{-3}$ ）を、E（例えば $2.5 \times E-3$ ）を用いて表している。

【数2】

$$\Phi_B = \sum_{i=1}^{\infty} B_{2i} h^{2i}$$

【0349】これら2つの表現方法は、単位は異なるが、回折輪帯のピッチを表す意味では同等である。即ち、主波長λ（単位mm）に対し、位相差関数の係数bに $\lambda/2\pi$ を掛けば光路差関数の係数Bに換算でき、また逆に光路差関数の係数Bを $\lambda/2\pi$ で割れば位相差関数の係数bに換算できる。

【0350】上記の定義を基にした場合、位相差関数もしくは光路差関数の2次係数を零でない値にすることにより、レンズにパワーを持たせることができる。また、位相差関数もしくは光路差関数の2次以外の係数、例えば、4次係数、6次係数、8次係数、10次係数等を零でない値とすることにより、球面収差を制御できる。ここで制御するということは、屈折部分が有する球面収差を回折部分で逆の球面収差を持たせトータルとして球面収差を補正したり、回折部分の球面収差を操作してトータルの球面収差を所望のフレア一量にすることを意味する。

【0351】そして、少なくとも一方の面上に上記回折面を形成すると共に、次の【数3】で表される非球面形状を有している。

【数3】

【0353】（実施例1）上述した第1の実施の形態に用いることができる対物レンズの実施例について、表1に対物レンズデータを示す。図11、12がDVD/CDそれぞれに関する球面収差図である。DVDの必要開口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。

【表1】

実施例1  $f=3.05\text{mm}$ ,  $f_2=3.05\text{mm}$ ,  $m_1=-1/6.01$ ,  $m_2=-1/6.01$   
 $NAH=1.373\text{mm}$ ,  $NAL=1.22\text{mm}$   
 $P_{out}=0.00367\text{mm}$ ,  $P_{in}=0.04368\text{mm}$   
 $n=1$ ,  $\delta SA/\delta T=0.0001\lambda_{rms}/^\circ\text{C}$ ,  $\delta SA/\delta U=0.062\lambda_{rms}/\text{mm}$

| 第i面 | ri       | DVD       |           | CD        |           |
|-----|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     |          | di(650nm) | ni(650nm) | di(650nm) | ni(650nm) |
| 0   |          | 20.006    | 1.0       | 20.006    | 1.0       |
| 1   | $\infty$ | 0.0       | 1.0       | 0.0       | 1.0       |
| 2   | 2.11184  | 1.72      | 1.54094   | 1.72      | 1.54094   |
| 2'  | 2.11184  | 1.72      | 1.54094   | 1.72      | 1.54094   |
| 2'' | 2.11184  | 1.72      | 1.54094   | 1.72      | 1.54094   |
| 3   | -5.3457  | 2.20      | 1.0       | 1.83      | 1.0       |
| 4   | $\infty$ | 0.6       | 1.577866  | 1.2       | 1.577866  |
| 5   | $\infty$ |           |           |           |           |

## 非球面データ

第2面(0 &lt; h &lt; 1.22mm: 光軸を含む光学面領域)

## 非球面係数

$\kappa = -1.6695 \times 10^{-3}$   
A1 +1.0619  $\times 10^{-2}$  P1 4.0  
A2 -1.6783  $\times 10^{-3}$  P2 6.0  
A3 +1.2711  $\times 10^{-4}$  P3 8.0  
A4 +1.9174  $\times 10^{-8}$  P4 10.0

光路差開数(光路差開数の係数: 基準波長 650nm)  
B2 -3.8401  $\times 10^{-3}$   
B4 -1.2957  $\times 10^{-4}$   
B6 -2.8158  $\times 10^{-5}$   
B8 +9.8536  $\times 10^{-6}$   
B10 -1.9454  $\times 10^{-7}$

第2面(1.22mm &lt; h &lt; 1.373mm: 中間の光学面領域)

## 非球面係数

$\kappa = -1.6536 \times 10^{-3}$   
A1 +1.0637  $\times 10^{-2}$  P1 4.0  
A2 -1.6905  $\times 10^{-3}$  P2 6.0  
A3 +1.2505  $\times 10^{-4}$  P3 8.0  
A4 -1.7615  $\times 10^{-7}$  P4 10.0

光路差開数(光路差開数の係数: 基準波長 650nm)  
B2 -3.8920  $\times 10^{-3}$   
B4 -1.3038  $\times 10^{-4}$   
B6 -2.4328  $\times 10^{-5}$   
B8 +1.1263  $\times 10^{-5}$   
B10 -1.3503  $\times 10^{-6}$

第2''面(1.373mm &lt; h: 外側の光学面領域)

## 非球面係数

$\kappa = -1.6695 \times 10^{-3}$   
A1 +1.0619  $\times 10^{-2}$  P1 4.0  
A2 -1.6783  $\times 10^{-3}$  P2 6.0  
A3 +1.2711  $\times 10^{-4}$  P3 8.0  
A4 +1.9174  $\times 10^{-8}$  P4 10.0

光路差開数(光路差開数の係数: 基準波長 650nm)  
B2 -3.8401  $\times 10^{-3}$   
B4 -1.2957  $\times 10^{-4}$   
B6 -2.8158  $\times 10^{-5}$   
B8 +9.8536  $\times 10^{-6}$   
B10 -1.9454  $\times 10^{-7}$

## 第3面 非球面係数

$\kappa = -3.1740 \times 10^{-1}$   
A1 +4.1021  $\times 10^{-3}$  P1 4.0  
A2 -6.9699  $\times 10^{-4}$  P2 6.0  
A3 +6.7716  $\times 10^{-5}$  P3 8.0  
A4 -6.4184  $\times 10^{-6}$  P4 10.0  
A5 +1.8509  $\times 10^{-7}$  P5 12.0

【0354】(実施例2) 上述した第2の実施の形態に用いることができる対物レンズの実施例について、表2に対物レンズデータを示す。図13, 14がDVD/CDそれぞれに関する球面収差図である。DVDの必要開

口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。

## 【表2】

実施例2  $f=3.05\text{mm}$ ,  $f_2=3.06\text{mm}$ ,  $m_1=-1/6.01$ ,  $m_2=-1/5.97$ 

NAH=1.370mm, NAL=0.81mm

Pout=0.00369mm, Pin=0.1600mm

 $n=1$ ,  $\delta SA_1/\delta T=0.0001\lambda\text{rms}/^\circ\text{C}$ ,  $\delta SA/\delta U=0.063\lambda\text{rms}/\text{mm}$ 

| 第i面 | ri       | DVD       |           | CD        |           |
|-----|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     |          | di(650nm) | ni(650nm) | di(780nm) | ni(780nm) |
| 0   |          | 20.006    | 1.0       | 20.006    | 1.0       |
| 1   | $\infty$ | 0.0       | 1.0       | 0.0       | 1.0       |
| 2   | 2.11184  | 1.72      | 1.54094   | 1.72      | 1.53729   |
| 2'  | 2.11184  | 1.72      | 1.54094   | 1.72      | 1.53729   |
| 2'' | 2.11184  | 1.72      | 1.54094   | 1.72      | 1.53729   |
| 3   | -5.3457  | 2.20      | 1.0       | 1.83      | 1.0       |
| 4   | $\infty$ | 0.6       | 1.577866  | 1.2       | 1.570839  |
| 5   | $\infty$ |           |           |           |           |

非球面データ

第2面( $0 < h < 0.81\text{mm}$ :光軸を含む光学面領域)

非球面係数

 $\kappa = -1.6695 \times 10^{-3}$   
A1 +1.0619  $\times 10^{-2}$  P1 4.0  
A2 -1.6783  $\times 10^{-3}$  P2 6.0  
A3 +1.2711  $\times 10^{-4}$  P3 8.0  
A4 +1.9174  $\times 10^{-8}$  P4 10.0  
光路差関数(光路差関数の係数:基準波長 650nm)

B2 -3.8401  $\times 10^{-3}$   
B4 -1.2957  $\times 10^{-4}$   
B6 -2.8158  $\times 10^{-5}$   
B8 +9.8536  $\times 10^{-6}$   
B10 -1.9454  $\times 10^{-7}$ 
第2'面( $0.81\text{mm} < h < 1.370\text{mm}$ :中間の光学面領域)

非球面係数

 $\kappa = -1.5381 \times 10^{-3}$   
A1 +1.2030  $\times 10^{-2}$  P1 4.0  
A2 -7.7324  $\times 10^{-4}$  P2 6.0  
A3 +4.5188  $\times 10^{-4}$  P3 8.0  
A4 -1.3696  $\times 10^{-4}$  P4 10.0  
光路差関数(光路差関数の係数:基準波長 780nm)

B2 -2.5830  $\times 10^{-3}$   
B4 +3.8438  $\times 10^{-4}$   
B6 +2.0764  $\times 10^{-5}$   
B8 -1.9229  $\times 10^{-5}$   
B10 -8.1530  $\times 10^{-6}$ 
第2''面( $1.370\text{mm} < h$ :外側の光学面領域)

非球面係数

 $\kappa = -1.6695 \times 10^{-3}$   
A1 +1.0619  $\times 10^{-2}$  P1 4.0  
A2 -1.6783  $\times 10^{-3}$  P2 6.0  
A3 +1.2711  $\times 10^{-4}$  P3 8.0  
A4 +1.9174  $\times 10^{-8}$  P4 10.0  
光路差関数(光路差関数の係数:基準波長 650nm)

B2 -3.8401  $\times 10^{-3}$   
B4 -1.2957  $\times 10^{-4}$   
B6 -2.8158  $\times 10^{-5}$   
B8 +9.8536  $\times 10^{-6}$   
B10 -1.9454  $\times 10^{-7}$ 

第3面 非球面係数

 $\kappa = -3.1740 \times 10^{-1}$   
A1 +4.1021  $\times 10^{-3}$  P1 4.0  
A2 -8.9699  $\times 10^{-4}$  P2 6.0  
A3 +6.7716  $\times 10^{-5}$  P3 8.0  
A4 -6.4184  $\times 10^{-6}$  P4 10.0  
A5 +1.8509  $\times 10^{-7}$  P5 12.0

【0355】(実施例3) 上述した第6の実施の形態に用いることができる対物レンズの実施例について、表2に対物レンズデータを示す。図16, 17がDVD/C/Dそれぞれに関する球面収差図である。DVDの必要開

口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。

【表3】

$f_1=3.20\text{mm}$ ,  $f_2=3.21\text{mm}$ ,  $m_1=-1/6.8$ ,  $m_2=-1/6.8$   
 $\text{NAH}=1.66681\text{mm}$   
 $P_{\text{out}}=0.0217\text{mm}$ ,  $P_{\text{in}}=0.111\text{mm}$   
 $n=1$ ,  $\delta S_{\text{A2}}/\delta T=0.00077 \lambda \text{rms}/^{\circ}\text{C}$   
 $\delta S_{\text{A1}}/\delta U=0.086 \lambda \text{rms}/\text{mm}$

| 第1面 | $r_1$    | $di(655\text{nm})$ | $ni(655\text{nm})$ | $di(785\text{nm})$ | $ni(785\text{nm})$ |                            |
|-----|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| 0   | $\infty$ | 24.3289            |                    | 24.698             |                    |                            |
| 1   | 0.0      | 1.0                |                    | 0.0                | 1.0                | 絞り径 $\phi 4.3108\text{mm}$ |
| 2   | 2.219924 | 2.6                | 1.54094            | 2.6                | 1.53716            |                            |
| 2'  | 2.321611 | 2.5938             | 1.54094            | 2.5938             | 1.53716            |                            |
| 3   | -4.6282  | 1.87866            | 1.0                | 1.80656            | 1.0                |                            |
| 4   | $\infty$ | 0.6                | 1.57752            | 1.2                | 1.57063            |                            |
| 5   | $\infty$ |                    |                    |                    |                    |                            |

## 非球面データ

第2面 ( $0 < h < 1.66681\text{mm}$ : 光軸を含む光学面領域)

## 非球面係数

$K = -2.0664 \times 10^{-9}$   
 $A_1 = +1.4172 \times 10^{-2}$  P1 4.0  
 $A_2 = +1.8597 \times 10^{-4}$  P2 6.0  
 $A_3 = -7.6246 \times 10^{-4}$  P3 8.0  
 $A_4 = +2.9680 \times 10^{-4}$  P4 10.0  
 $A_5 = -5.9552 \times 10^{-5}$  P5 12.0  
 $A_6 = +5.2766 \times 10^{-6}$  P6 14.0

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 720nm)

$B_4 = -1.0684 \times 10^{-3}$   
 $B_6 = +5.8778 \times 10^{-4}$   
 $B_8 = -1.7198 \times 10^{-4}$   
 $B_{10} = +1.8183 \times 10^{-5}$

第2面 ( $1.66681\text{mm} < h$ : 外側の光学面領域)

## 非球面係数

$K = -5.2521 \times 10^{-1}$   
 $A_1 = +7.2310 \times 10^{-3}$  P1 4.0  
 $A_2 = -5.3542 \times 10^{-3}$  P2 6.0  
 $A_3 = +1.6587 \times 10^{-3}$  P3 8.0  
 $A_4 = -2.9617 \times 10^{-4}$  P4 10.0  
 $A_5 = +3.0030 \times 10^{-5}$  P5 12.0  
 $A_6 = -1.6742 \times 10^{-6}$  P6 14.0

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 655nm)

$B_2 = +2.7391 \times 10^{-3}$   
 $B_4 = -4.3035 \times 10^{-3}$   
 $B_6 = +1.1732 \times 10^{-3}$   
 $B_8 = -1.6358 \times 10^{-4}$   
 $B_{10} = +7.0874 \times 10^{-6}$

第3面 非球面係数

$K = -2.14215 \times 10^{-9}$   
 $A_1 = +3.14404 \times 10^{-2}$  P1 4.0  
 $A_2 = -1.58639 \times 10^{-2}$  P2 6.0  
 $A_3 = +6.63865 \times 10^{-3}$  P3 8.0  
 $A_4 = -1.73208 \times 10^{-3}$  P4 10.0  
 $A_5 = +2.34880 \times 10^{-4}$  P5 12.0  
 $A_6 = -1.30087 \times 10^{-5}$  P6 14.0

【0356】(実施例4) 上述した第6の実施の形態に用いることができる対物レンズの他の実施例について、表2に対物レンズデータを示す。図18, 19がDVD/CDそれぞれに関する球面収差図である。DVDの必

要開口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。

【表4】

$f_1=3.20\text{mm}$ ,  $f_2=3.21\text{mm}$ ,  $m_1=-1/6.8$ ,  $m_2=-1/6.8$   
 $NAH=1.66681\text{mm}$   
 $P_{out}=0.0190\text{mm}$ ,  $P_{in}=0.111\text{mm}$   
 $n=1$ ,  $\delta SA2/\delta T=0.00070\lambda\text{rms}/^\circ\text{C}$   
 $\delta SA1/\delta U=0.054\lambda\text{rms}/\text{mm}$

| 第1面 | $r_1$    | $di(655\text{nm})$ | $ni(655\text{nm})$ | $di(785\text{nm})$ | $ni(785\text{nm})$ |                            |
|-----|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| 0   |          | 24.3312            |                    | 24.7024            |                    |                            |
| 1   | $\infty$ | 0.0                | 1.0                | 0.0                | 1.0                | 絞り径 $\phi 4.3108\text{mm}$ |
| 2   | 2.21708  | 2.8                | 1.54094            | 2.6                | 1.53716            |                            |
| 2'  | 2.315273 | 2.5938             | 1.54094            | 2.5938             | 1.53716            |                            |
| 3   | -4.6451  | 1.9744             | 1.0                | 1.6032             | 1.0                |                            |
| 4   | $\infty$ | 0.6                | 1.57752            | 1.2                | 1.57063            |                            |
| 5   | $\infty$ |                    |                    |                    |                    |                            |

## 非球面データ

第2面 ( $0 < h < 1.66681\text{mm}$ : 光軸を含む光学面領域)

## 非球面係数

$\kappa = -1.9916 \times 10^{-3}$   
 $A1 = 1.2271 \times 10^{-2}$   $P1 4.0$   
 $A2 = 2.6623 \times 10^{-4}$   $P2 6.0$   
 $A3 = -4.8051 \times 10^{-4}$   $P3 8.0$   
 $A4 = 9.4488 \times 10^{-5}$   $P4 10.0$   
 $A5 = -2.6250 \times 10^{-6}$   $P5 12.0$   
 $A6 = -1.0534 \times 10^{-6}$   $P6 14.0$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 720nm)

$B4 = -2.3605 \times 10^{-3}$   
 $B6 = 8.0849 \times 10^{-4}$   
 $B8 = -2.1222 \times 10^{-4}$   
 $B10 = 1.7503 \times 10^{-5}$

第2面 ( $1.66681\text{mm} < h$ : 外側の光学面領域)

## 非球面係数

$\kappa = -5.5582 \times 10^{-1}$   
 $A1 = 6.7989 \times 10^{-3}$   $P1 4.0$   
 $A2 = -5.4908 \times 10^{-3}$   $P2 6.0$   
 $A3 = 1.6536 \times 10^{-3}$   $P3 8.0$   
 $A4 = -2.9300 \times 10^{-4}$   $P4 10.0$   
 $A5 = 3.0799 \times 10^{-5}$   $P5 12.0$   
 $A6 = -1.7778 \times 10^{-6}$   $P6 14.0$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 655nm)

$B2 = 2.8609 \times 10^{-3}$   
 $B4 = -4.3411 \times 10^{-3}$   
 $B6 = 1.1344 \times 10^{-3}$   
 $B8 = -1.6710 \times 10^{-4}$   
 $B10 = 9.1424 \times 10^{-6}$

## 第3面 非球面係数

$\kappa = -6.70263 \times 10^{-1}$   
 $A1 = 2.98350 \times 10^{-2}$   $P1 4.0$   
 $A2 = -1.51427 \times 10^{-2}$   $P2 6.0$   
 $A3 = 6.64091 \times 10^{-3}$   $P3 8.0$   
 $A4 = -1.74128 \times 10^{-3}$   $P4 10.0$   
 $A5 = 2.32281 \times 10^{-4}$   $P5 12.0$   
 $A6 = -1.25448 \times 10^{-5}$   $P6 14.0$

【0357】(実施例5) 上述した第6の実施の形態に用いることができる対物レンズの他の実施例について、表2に対物レンズデータを示す。図20, 21がDVD/CDそれぞれに関する球面収差図である。DVDの必

要開口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。

【表5】

$f_1=3.20\text{mm}$   $f_2=3.21\text{mm}$ ,  $m_1=-1/6.8$ ,  $m_2=-1/6.8$   
 $\text{NAH}=1.66681\text{mm}$   
 $P_{\text{cut}}=0.0144\text{mm}$   $P_{\text{cut}}=0.0556\text{mm}$   
 $n=1$ ,  $\delta \text{SA2}/\delta T=0.00102\lambda \text{rms}/^{\circ}\text{C}$   
 $\delta \text{SA1}/\delta U=0.057\lambda \text{rms}/\text{mm}$

| 第i面 | ri       | di(655nm) | ni(655nm) | di(785nm) | ni(785nm) |                            |
|-----|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|
| 0   |          | 24.3403   |           | 24.7307   |           |                            |
| 1   | $\infty$ | 0.0       | 1.0       | 0.0       | 1.0       | 枚り径 $\phi 4.3108\text{mm}$ |
| 2   | 2.28859  | 2.6       | 1.54094   | 2.6       | 1.53716   |                            |
| 2'  | 2.43366  | 2.5928    | 1.54094   | 2.5928    | 1.53716   |                            |
| 3   | -4.7132  | 1.9653    | 1.0       | 1.5749    | 1.0       |                            |
| 4   | $\infty$ | 0.6       | 1.57752   | 1.2       | 1.57063   |                            |
| 5   | $\infty$ |           |           |           |           |                            |

## 非球面データ

第2面( $0 < h < 1.66681\text{mm}$ :光軸を含む光学面領域)

## 非球面係数

$\kappa = -1.0061 \times 10^{-3}$   
A1  $+4.2439 \times 10^{-3}$  P1 4.0  
A2  $-1.4759 \times 10^{-3}$  P2 6.0  
A3  $+9.3408 \times 10^{-4}$  P3 8.0  
A4  $-5.1099 \times 10^{-4}$  P4 10.0  
A5  $+1.5021 \times 10^{-4}$  P5 12.0  
A6  $-1.5815 \times 10^{-5}$  P6 14.0

光路差関数(光路差関数の係数:基準波長 720nm)

B2  $-4.8645 \times 10^{-3}$   
B4  $-7.2782 \times 10^{-4}$   
B6  $-1.8032 \times 10^{-4}$   
B8  $-4.9114 \times 10^{-6}$   
B10  $+1.3132 \times 10^{-5}$

第2'面( $1.66681\text{mm} < h$ :外側の光学面領域)

## 非球面係数

$\kappa = -7.9917 \times 10^{-1}$   
A1  $+1.2236 \times 10^{-2}$  P1 4.0  
A2  $-5.6577 \times 10^{-3}$  P2 6.0  
A3  $+1.6609 \times 10^{-3}$  P3 8.0  
A4  $-2.9009 \times 10^{-4}$  P4 10.0  
A5  $+2.0086 \times 10^{-5}$  P5 12.0  
A6  $-1.5424 \times 10^{-6}$  P6 14.0

光路差関数(光路差関数の係数:基準波長 655nm)

B2  $-2.8166 \times 10^{-3}$   
B4  $-3.1771 \times 10^{-3}$   
B6  $+1.0641 \times 10^{-3}$   
B8  $-1.0508 \times 10^{-4}$   
B10  $+1.2278 \times 10^{-5}$

## 第3面 非球面係数

$\kappa = -5.47493 \times 10^{-1}$   
A1  $+2.95069 \times 10^{-2}$  P1 4.0  
A2  $-1.48461 \times 10^{-2}$  P2 6.0  
A3  $+6.39635 \times 10^{-3}$  P3 8.0  
A4  $-1.71136 \times 10^{-3}$  P4 10.0  
A5  $+2.35330 \times 10^{-4}$  P5 12.0  
A6  $-1.31514 \times 10^{-5}$  P6 14.0

【0358】(実施例6) 上述した第6の実施の形態に用いることができる対物レンズの他の実施例について、表2に対物レンズデータを示す。図22, 23がDVD/CDそれぞれに関する球面収差図である。DVDの必

要開口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。

【表6】

$f_1=3.20\text{mm}$ ,  $f_2=3.21\text{mm}$ ,  $m_1=-1/6.8$ ,  $m_2=-1/6.8$   
 $NAH=1.66681\text{mm}$   
 $P_{\text{out}}=0.0135\text{mm}$        $P_{\text{in}}=0.0450\text{mm}$   
 $n=1$ ,  $\delta SA2/\delta T=0.00097\lambda\text{rms}/^\circ\text{C}$   
 $\delta SA1/\delta U=0.057\lambda\text{rms}/\text{mm}$

| 第1面 | $n$      | $di(655\text{nm})$ | $ni(655\text{nm})$ | $di(785\text{nm})$ | $ni(785\text{nm})$ |                             |
|-----|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| 0   | $\infty$ | 24.3320            |                    | 24.7315            |                    |                             |
| 1   | 0.0      | 1.0                | 0.0                | 1.0                |                    | 取り扱い $\phi 4.3108\text{mm}$ |
| 2   | 2.32576  | 2.6                | 1.54094            | 2.6                | 1.53716            |                             |
| 2'  | 2.45552  | 2.5963             | 1.54094            | 2.5963             | 1.53716            |                             |
| 3   | -4.6504  | 1.9853             | 1.0                | 1.5749             | 1.0                |                             |
| 4   | $\infty$ | 0.6                | 1.57752            | 1.2                | 1.57083            |                             |
| 5   | $\infty$ |                    |                    |                    |                    |                             |

## 非球面データ

第2面 ( $0 < h < 1.66681\text{mm}$ : 光軸を含む光学面領域)

## 非球面係数

$\kappa = -1.1171 \times 10^{-3}$   
A1  $+3.1061 \times 10^{-3}$       P1 4.0  
A2  $+1.6363 \times 10^{-3}$       P2 6.0  
A3  $-1.1145 \times 10^{-3}$       P3 8.0  
A4  $+3.1702 \times 10^{-4}$       P4 10.0  
A5  $-4.9061 \times 10^{-5}$       P5 12.0  
A6  $+5.3895 \times 10^{-6}$       P6 14.0

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 720nm)

B2  $-8.3187 \times 10^{-3}$   
B4  $-1.7269 \times 10^{-3}$   
B6  $+8.2815 \times 10^{-4}$   
B8  $-4.0856 \times 10^{-4}$   
B10  $+6.8845 \times 10^{-5}$

第2'面 ( $1.66681\text{mm} < h$ : 外側の光学面領域)

## 非球面係数

$\kappa = -8.2400 \times 10^{-1}$   
A1  $+1.1865 \times 10^{-2}$       P1 4.0  
A2  $-5.4663 \times 10^{-3}$       P2 6.0  
A3  $+1.6917 \times 10^{-3}$       P3 8.0  
A4  $-2.9858 \times 10^{-4}$       P4 10.0  
A5  $+2.6842 \times 10^{-5}$       P5 12.0  
A6  $-1.1008 \times 10^{-6}$       P6 14.0

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 655nm)

B2  $-5.3662 \times 10^{-3}$   
B4  $-2.7368 \times 10^{-3}$   
B6  $+1.0893 \times 10^{-3}$   
B8  $-2.3018 \times 10^{-4}$   
B10  $+1.6566 \times 10^{-5}$

## 第3面 非球面係数

$\kappa = -1.22207 \times 10^{-0}$   
A1  $+3.03718 \times 10^{-2}$       P1 4.0  
A2  $-1.45690 \times 10^{-2}$       P2 6.0  
A3  $+6.19508 \times 10^{-3}$       P3 8.0  
A4  $-1.71672 \times 10^{-3}$       P4 10.0  
A5  $+2.51638 \times 10^{-4}$       P5 12.0  
A6  $-1.50897 \times 10^{-5}$       P6 14.0

【0359】表7に、本実施の形態で用いた対物レンズ及び光情報記録媒体の透明基板の波長に対する屈折率、

【表7】

|   | 対物レンズ屈折率              | 透明基板屈折率               |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 644nm   | 1.5412                | 1.5783                |
| 650nm   | 1.5409                | 1.5779                |
| 658nm   | 1.5407                | 1.5776                |
| 780nm   | 1.5373                | 1.5708                |
| $\delta n/\delta T (/\text{ }^\circ\text{C})$ | $-1.2 \times 10^{-5}$ | $-1.4 \times 10^{-5}$ |

| 光源の発振波長の温度特性 | $\delta \lambda/\delta T = +0.2\text{nm}/^\circ\text{C}$ |
|--------------|--|
|--------------|--|

【0360】以上の実施例においては、実施例1では図6に示したように最外周光学面領域A1を回折部分、中間光学面領域A2を屈折部分、光軸近傍光学面領域A3を回折部分で構成した対物レンズを例示し、実施例2では図8に示したように最外周光学面領域A1を回折部分で構成した対物レンズを例示したが、実施の形態として前述したように、図24に示したような最外周光学面領域A1を回折部分、中間光学面領域A2を回折部分と屈

折部分との混在、光軸近傍光学面領域A3を回折部分で構成してもよい。また、図9に示したように最外周光学面領域A1を回折部分、中間光学面領域A2を回折部分、光軸近傍光学面領域A3を屈折部分で構成してもよく、図25に示したように最外周光学面領域A1を回折部分、中間光学面領域A2を屈折部分、光軸近傍光学面領域A3を屈折部分で構成してもよいし、図26に示したように最外周光学面領域A1を回折部分、中間光学面

領域A2を回折部分と屈折部分の混在、光軸近傍光学面領域A3を屈折部分で構成してもよい。

【0361】さらに、実施例3～6では、図15に示したように外側の光学面領域A1を回折部分、内側の光学面領域A2を回折部分で構成した対物レンズを例示したが、図10に示したように外側の光学面領域A1を回折部分、内側の光学面領域A2を屈折部分で構成してもよい。又、内側の光学面領域A2を回折部分と屈折部分との混在で構成しても良い。

【0362】これら個々の具体的な構成例の説明は省略するが、本発明の主旨に沿えば容易に実施することができる。また、本発明の主旨を逸脱しない範囲で更に種々の変更が可能である。例えば、これら2領域や3領域の光学面領域で機能を分割可能なものに限らず、上述のように4領域以上で構成されてもよいものである。

【0363】尚、回折部分は、その該当する領域の光源側の面に設けても、像側の面に設けてもよく、両面に設けてもよいことは勿論である。

【0364】又、以上において「混在」とは、図示したように回折部分と屈折部分とが略半々に形成されたものに限定されるものではなく、種々の混在様態をとることもできる。

【0365】更に、光ピックアップ装置の態様も、以上の実施の態様に限定されるものではなく、例えば2光源2光検出器タイプ、等々にも適用可能である。

【0366】又、本発明は、DVDとCDの情報記録及び／又は再生可能な光ピックアップ装置のみならず、透明基板厚さが互いに異なる少なくとも2つの光情報記録媒体に対して適用が可能であることは勿論である。特に、透明基板厚さが互いに異なると共に、必要開口数が互いに異なる光情報記録媒体に対して適用することが特に有益である。又、例えば、DVDのみの情報記録及び／又は再生可能な光ピックアップ装置に適用しても良く、発散光束入射用の対物レンズとして、又、その対物レンズを用いた光情報記録媒体として適用可能である。

【0367】更に、本発明においては、対物レンズに入射される発散光束は、光源から出射された発散光束が直接対物レンズに入射される場合に限定されるものではなく、光源と対物レンズの間に、光源からの発散光束の発散角を変更するカップリングレンズ等を介在させても良く、対物レンズに発散光束が入射されれば良いものである。

### 【0368】

【発明の効果】本発明によれば、透明基板厚さの異なる複数の光情報記録媒体に対して、光源からの発散光を対物レンズに入射させて、それぞれの情報の記録又は再生を可能としつつ、使用環境の温度変化に対しての十分な性能を満足する実用的な対物レンズ及び光ピックアップ装置を提供することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】球面収差が不連続な状態を示す図である。

【図2】光学面領域を説明するための対物レンズの断面図である。

【図3】収差がアンダーかオーバーかを示す図である。

【図4】回折部の回折輪帯を示す図である。

【図5】光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図6】第1の実施の形態の対物レンズの概略構成を示す断面図である。

【図7】光ピックアップ装置の概略構成図である。

10 【図8】第2の実施の形態の対物レンズの概略構成を示す断面図である。

【図9】第3、4の実施の形態の対物レンズの概略構成を示す断面図である。

【図10】第5の実施の形態の対物レンズの概略構成を示す断面図である。

【図11】実施例1の対物レンズにかかるDVD使用時の収差図である。

【図12】実施例1の対物レンズにかかるCD使用時の収差図である。

20 【図13】実施例2の対物レンズにかかるDVD使用時の収差図である。

【図14】実施例2の対物レンズにかかるCD使用時の収差図である。

【図15】変形例にかかる対物レンズの概略構成を示す断面図である。

【図16】実施例3の対物レンズにかかるDVD使用時の収差図である。

【図17】実施例3の対物レンズにかかるCD使用時の収差図である。

30 【図18】実施例4の対物レンズにかかるDVD使用時の収差図である。

【図19】実施例4の対物レンズにかかるCD使用時の収差図である。

【図20】実施例5の対物レンズにかかるDVD使用時の収差図である。

【図21】実施例5の対物レンズにかかるCD使用時の収差図である。

【図22】実施例6の対物レンズにかかるDVD使用時の収差図である。

40 【図23】実施例6の対物レンズにかかるCD使用時の収差図である。

【図24】他の変形例にかかる対物レンズの概略構成を示す断面図である。

【図25】他の変形例にかかる対物レンズの概略構成を示す断面図である。

【図26】他の変形例にかかる対物レンズの概略構成を示す断面図である。

### 【符号の説明】

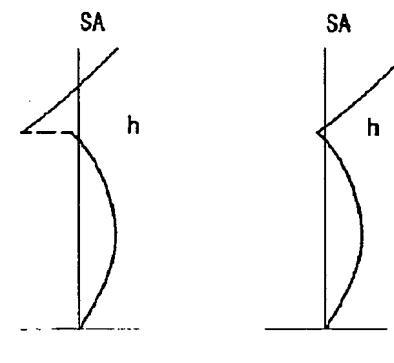
111 第1の半導体レーザ

50 112 第2の半導体レーザ

120 合成手段 (ビームスプリッタ)  
 160 対物レンズ  
 180 シリンドリカルレンズ

200 光情報記録媒体 (DVD、CD)  
 300 光検出器

【図1】

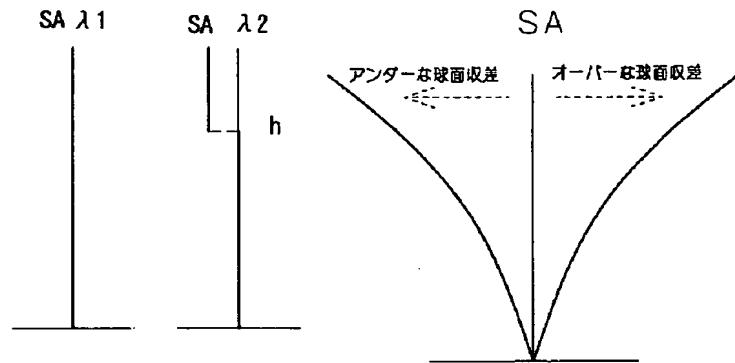


(a) 不連続

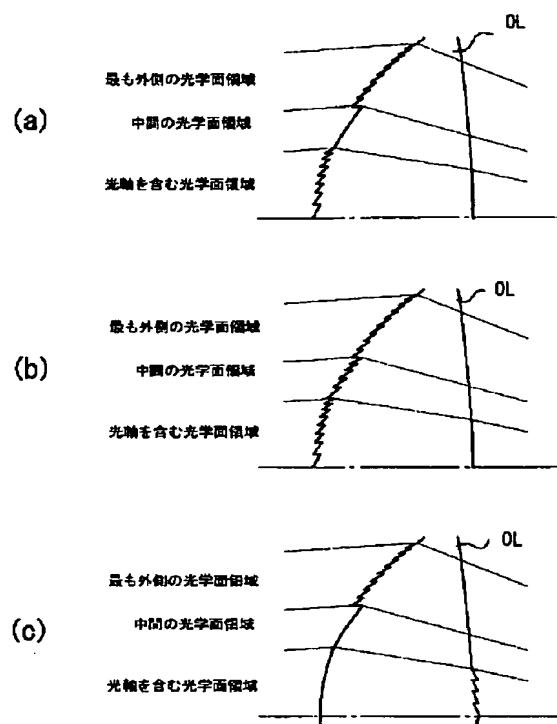
(b) 1次微分が不連続

(c) ある波長において不連続

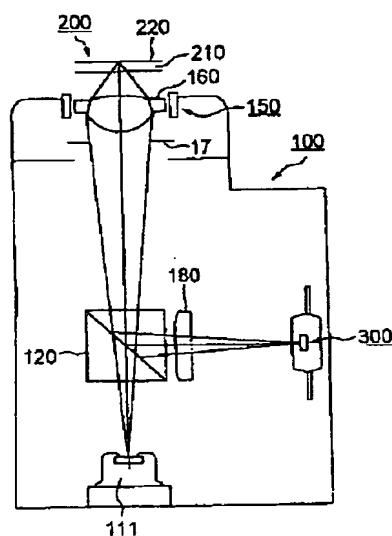
【図3】



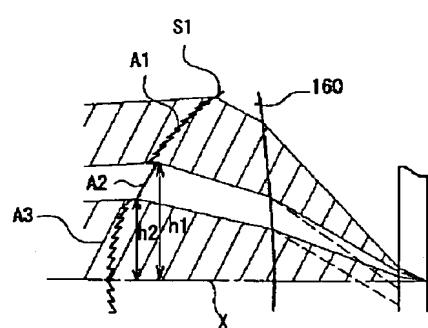
【図2】



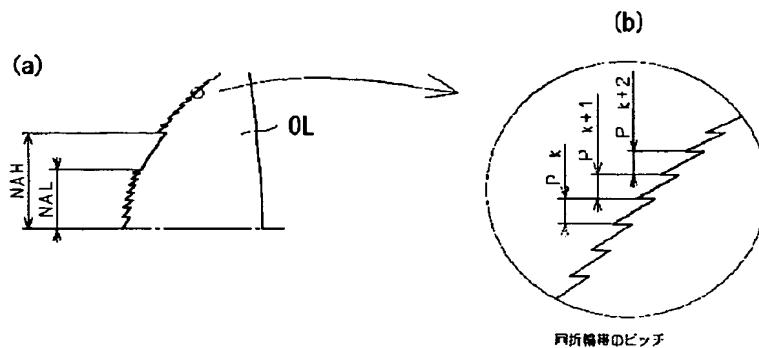
【図5】



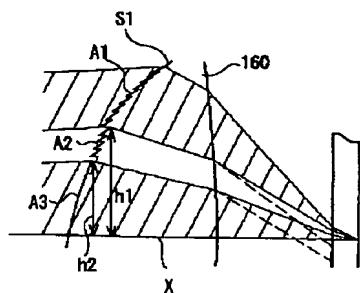
【図6】



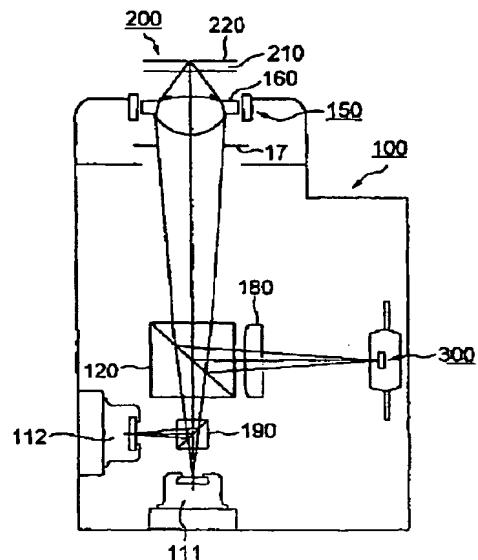
【図4】



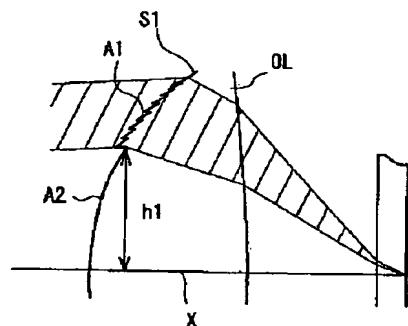
【図9】



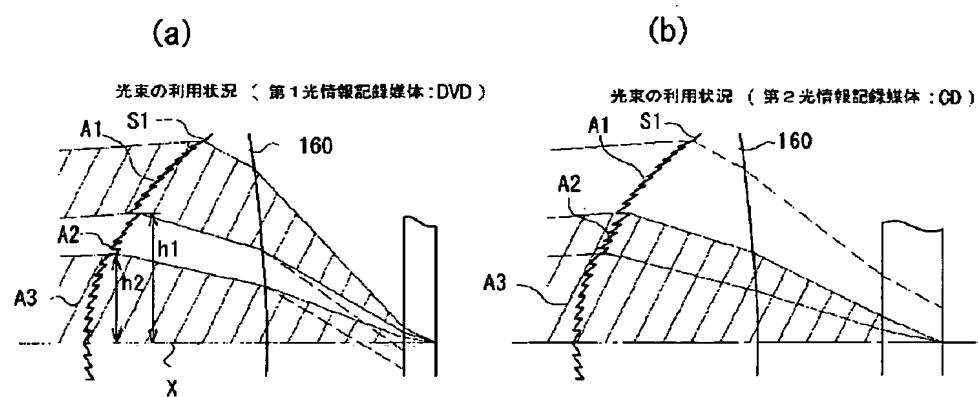
【図7】



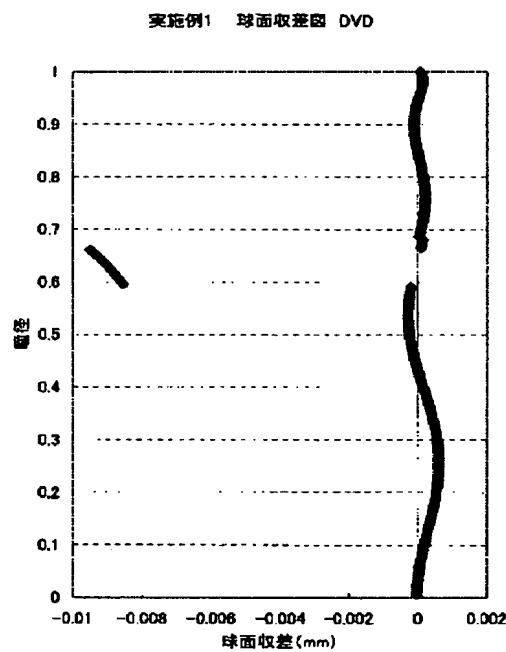
【図10】



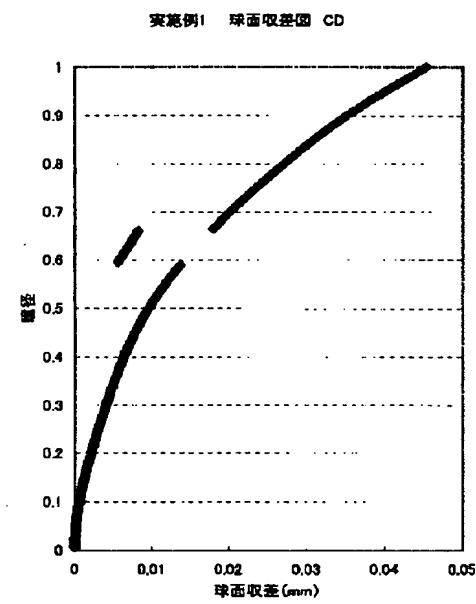
【図8】



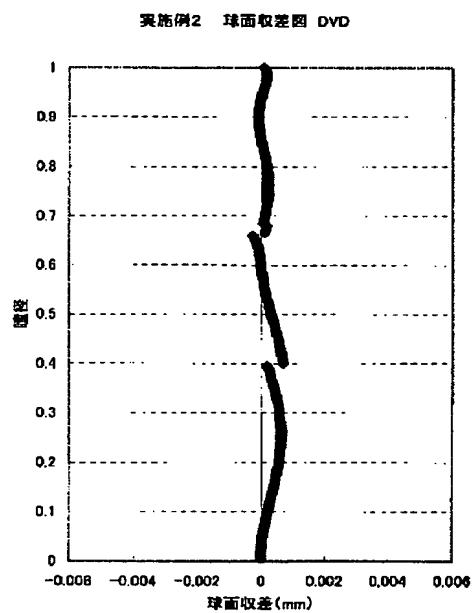
【図11】



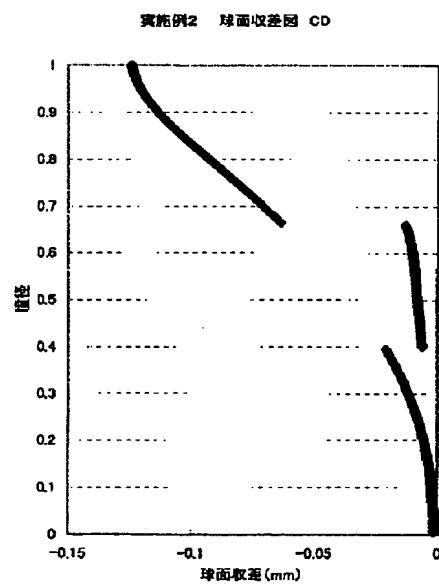
【図12】



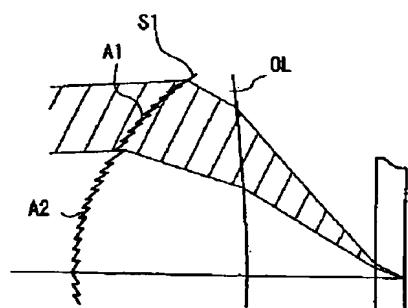
【図13】



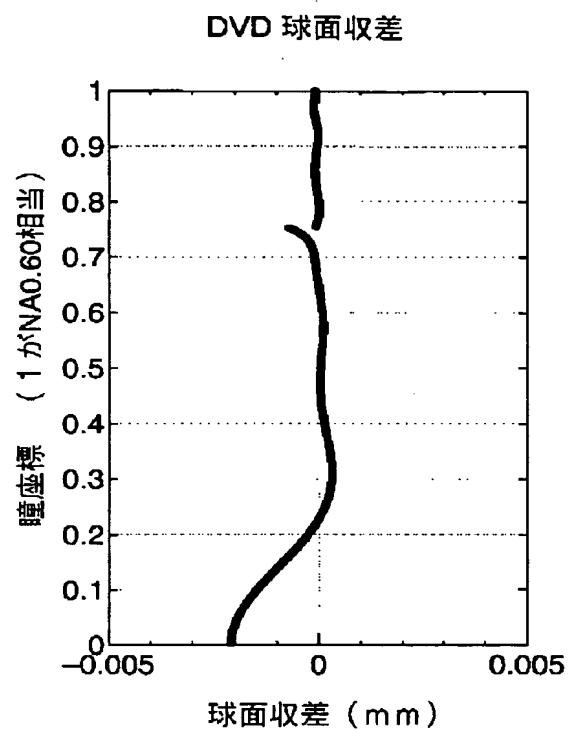
【図14】



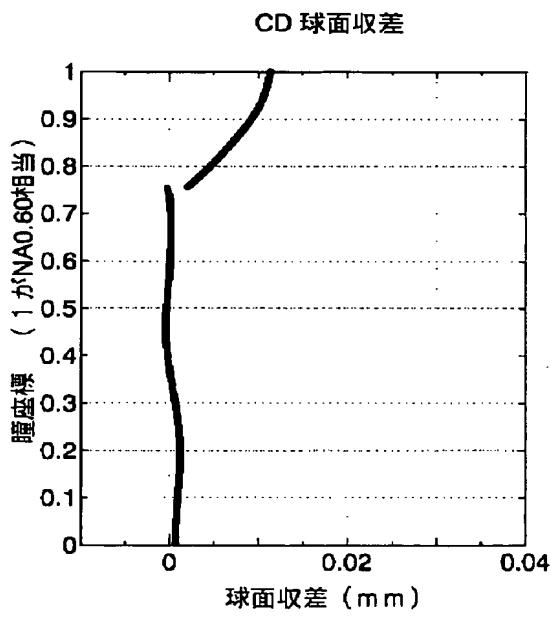
【図15】



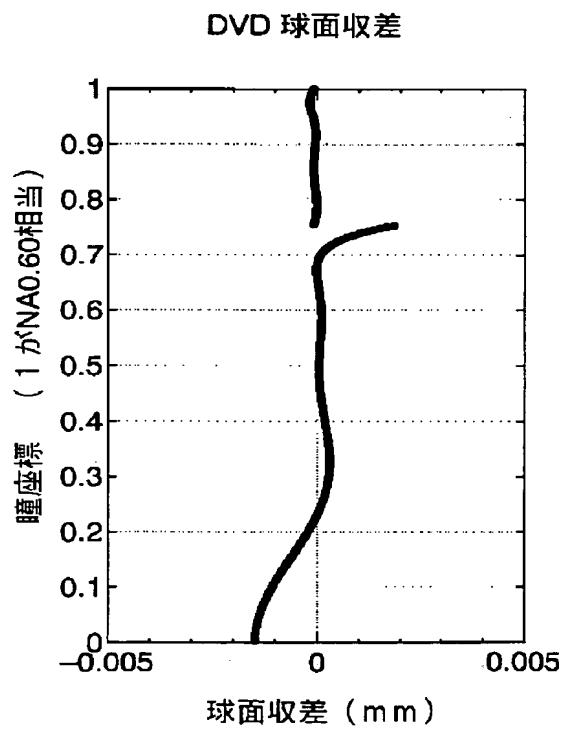
【図16】



【図17】

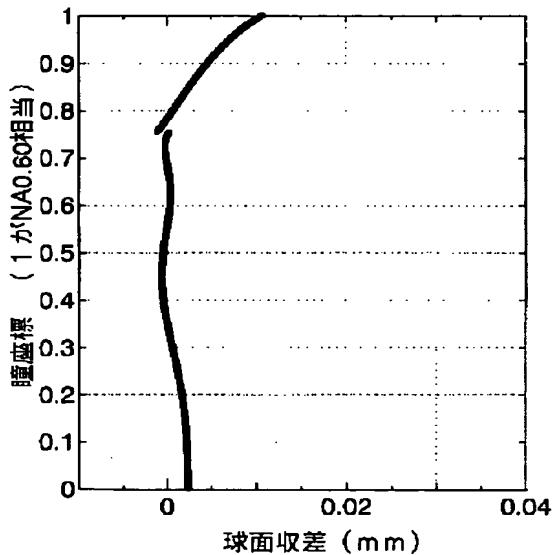


【図18】



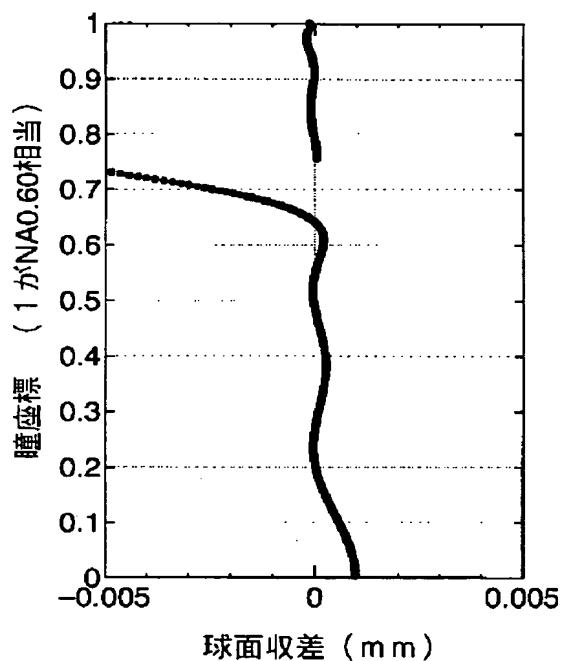
【図19】

CD 球面収差



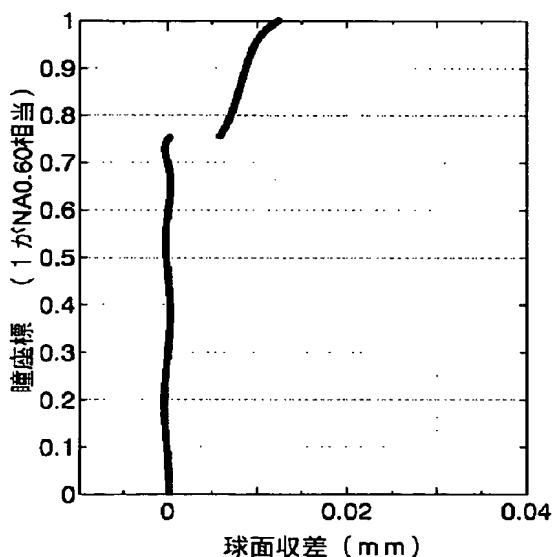
【図20】

DVD 球面収差



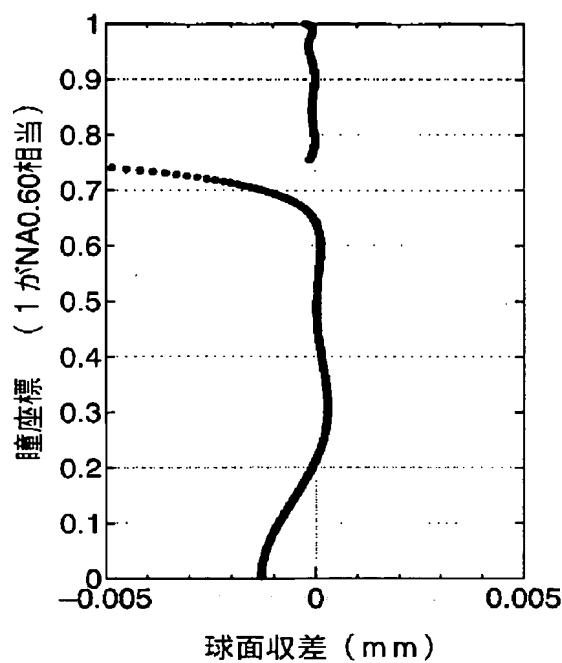
【図21】

CD 球面収差

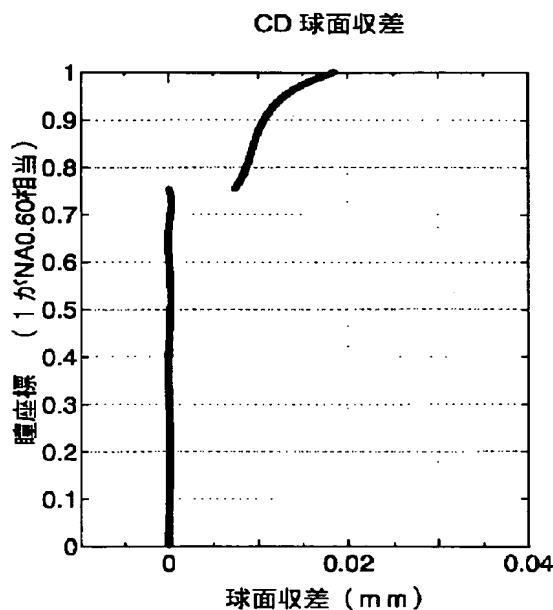


【図22】

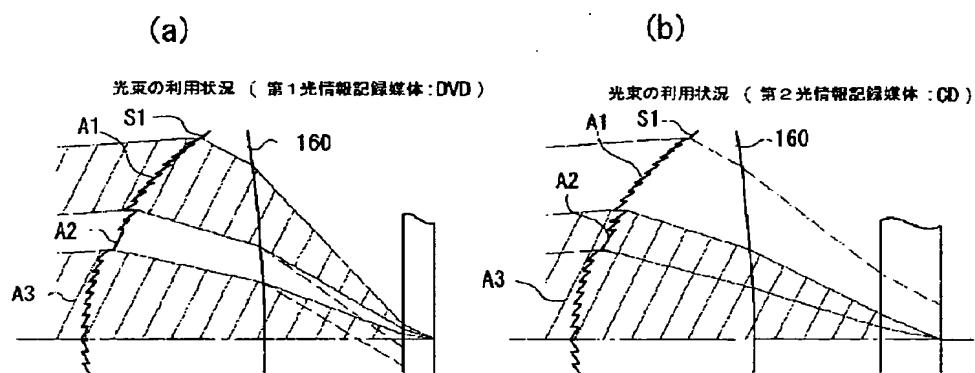
DVD 球面収差



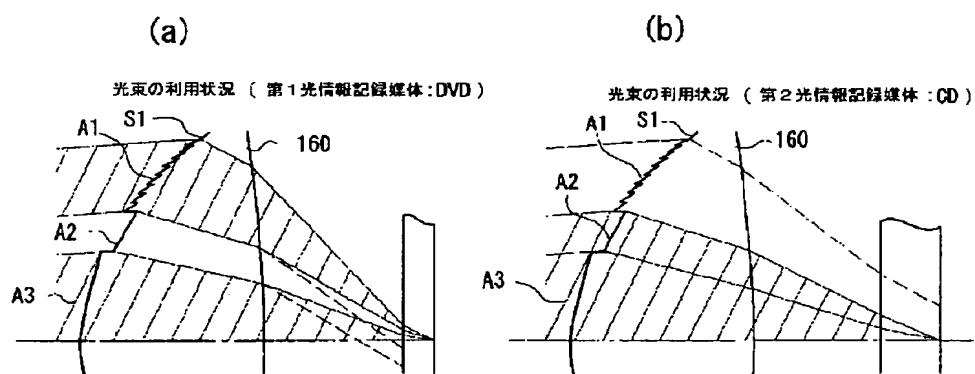
【図23】



【図24】

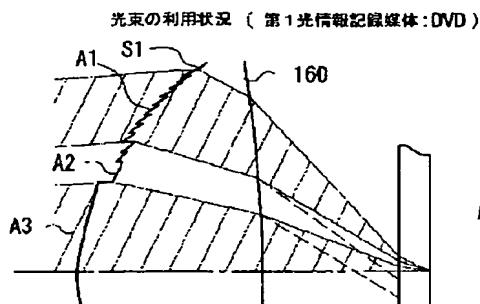


【図25】

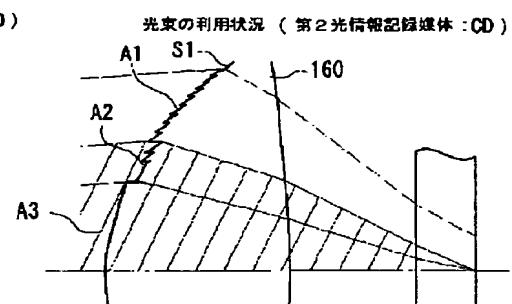


【図26】

(a)



(b)



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA13 LA01 NA08 PA01 PA17  
 PB01 QA02 QA07 QA14 QA34  
 RA05 RA07 RA12 RA13 RA41  
 RA45 RA46  
 5D119 AA05 AA41 BA01 BB01 BB03  
 DA01 DA05 EC01 EC45 EC47  
 FA05 JA09 JA44 JA47 JA64  
 JB05 JC06